SMITHSONIAN
LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

LES MOUSTIQUES

MŒURS ET MOYENS DE DESTRUCTION

PAR

E. HEGH,
INGÉNIEUR AGRICOLE,
ATTACHÉ AU MINISTÈRE DES COLONIES DE BELGIQUE

(2e ÉDITION, REVUE ET MISE A JOUR)

DEUX MILLE EXEMPLAIRES DE CET OUVRAGE ONT ÉTÉ SOUSCRITS PAR LE MINISTÈRE DES COLONIES DE BELGIQUE

1 9 1924
C 266534
National Museum

LOUIS DESMET-VERTENEUIL, Publisher & Printer
[illegible] rue T'Kint, BRUSSELS (BELGIUM).

LES MOUSTIQUES

46
21

LES MOUSTIQUES

MŒURS ET MOYENS DE DESTRUCTION

PAR

E. HEGH,
INGÉNIEUR AGRICOLE,
ATTACHÉ AU MINISTÈRE DES COLONIES DE BELGIQUE

(2e ÉDITION, REVUE ET MISE A JOUR)

DEUX MILLE EXEMPLAIRES DE CET OUVRAGE ONT ÉTÉ SOUSCRITS PAR LE MINISTÈRE DES COLONIES DE BELGIQUE

Smithsonian Institution
C
NOV 10 1924
266534
National Museum

LOUIS DESMET-VERTENEUIL, Publisher & Printer
60-62, rue T'Kint, BRUSSELS (BELGIUM).

AVIS AU LECTEUR

Cette nouvelle édition, publiée à la demande du service médical de la Colonie, à été revue et mise complètement à jour, en tenant compte des travaux les plus récents sur la matière. Elle remplace la première édition, complètement épuisée.

Cette première édition, publiée à Londres en 1918 par les soins du Service de l'Agriculture du Ministère des Colonies de Belgique, portait le n° 4 dans la série d'études de Biologie agricole éditées par ce Département et avait pour titre :

Comment nos Planteurs et nos Colons peuvent-ils se protéger contre les moustiques qui transmettent des maladies ?

Bruxelles, le 15 juin 1921.

Préface de la première édition.

Il semblait admis autrefois que le centre de l'Afrique, spécialement le Congo belge, était une région malsaine, que l'Européen ne devait aborder qu'avec crainte.

Cette mauvaise réputation n'était nullement méritée. Le Congo est, au contraire, une des contrées tropicales les plus salubres. Cette qualité est attribuable à la grande élévation de notre Colonie.

A peine a-t-on quitté Boma et le port de Matadi, que le terrain s'élève brusquement. Le Congo tout entier occupe un immense plateau, situé à plus de 300 à 400 mètres au-dessus du niveau de la mer et s'élevant par endroits à 1,000, 1,500 et même plus de 2,000 mètres.

Aussi le climat de la Colonie est-il modéré, agréable et très supportable par l'Européen. Les pluies, même sous l'Equateur et dans la saison la plus riche en averses, ne tombent en moyenne que tous les deux jours et pendant quelques heures seulement.

Il y a vingt ans, faute de routes, de moyens de transport, de maisons confortables et de bons aliments, la vie au Congo était dure et parfois dangereuse. Ces conditions défavorables n'existent plus. Les chemins de fer, les grands vapeurs, voire même les automobiles et les bicyclettes, ont supprimé les fatigues des grands voyages. Les habitations rappellent l'Europe : les hôtels se multiplient ; de nombreux magasins bien fournis se trouvent dans tous les centres et présentent, à des prix abordables, les mille et un objets nécessaires, utiles ou agréables à la vie d'un homme civilisé.

Plus de 5,000 blancs habitent actuellement le Congo belge ; beaucoup d'entre eux y résident depuis dix ou quinze ans, même plus, sans que leur santé ait fléchi, par suite de ces longs séjours sous les tropiques.

L'excellence du climat du Congo belge est d'ailleurs un sujet d'étonnement et d'admiration pour les voyageurs étrangers qui s'y rendent, après avoir eu l'expérience des Indes ou de la Côte occidentale d'Afrique, où les conditions de vie sont bien moins favorables.

En fait, tout le Haut-Congo, c'est-à-dire la presque totalité de la Colonie, jouit d'un fort bon climat. Et de toutes les villes du Congo,

la capitale, Boma, est la seule où l'Européen rencontre souvent une température pénible.

Cependant, quelle que soit la modération du climat d'une région tropicale, l'Européen doit toujours prendre dans les pays chauds certaines précautions, simples, d'ailleurs, pour se préserver contre les indispositions et les maladies. Et c'est pour ne pas avoir pris ou avoir ignoré ces précautions, que bien des Belges ont souffert autrefois de leur séjour dans la Colonie.

L'une des précautions les plus essentielles est d'éviter la fièvre, la malaria, causée par les piqûres de moustiques. C'est la maladie la plus commune et l'une de celles qui finit à la longue par nuire sérieusement à la santé.

Les moustiques sont des insectes fort semblables à nos *cousins* d'Europe. Ils sont très répandus, mais leur destruction est relativement facile, si l'on connaît leurs mœurs, les endroits où ils se tiennent, les méthodes qui permettent de les détruire. Un bidon de pétrole et quelques mètres de toile-moustiquaire permettent d'éloigner cette engeance et de se préserver de ses attaques ; mais il faut savoir comment s'y prendre.

Il y a de longues années que l'on combat les moustiques dans beaucoup de pays d'Europe et dans les régions tropicales. L'expérience acquise est considérable, les renseignements abondent. Mais ils sont disséminés dans des centaines de livres, de brochures, de revues, la plupart en langues étrangères. Ils sont pratiquement inaccessibles aux colons.

Aucun ouvrage récent, en langue française, n'a été publié depuis la guerre, bien que l'art de la destruction du moustique fasse constamment des progrès incontestables.

Il fallait combler cette lacune et mettre entre les mains des colons et planteurs belges un exposé clair, méthodique, complet, bien illustré, de prix modéré, à la portée de tous.

M. E. Hegh venait d'écrire pour notre collection de biologie agricole une brochure sur les *Tsétsés*, qui reçut l'accueil le plus flatteur dans les colonies voisines, comme au Congo. Il préparait, sur les *Termites*, si nuisibles en Afrique, une étude pleine de renseignements précieux.

Nous lui avons demandé d'interrompre ce travail pendant quelques mois, pour traiter d'abord cette question si essentielle pour les planteurs belges : la lutte contre le moustique propagateur des fièvres. Il s'est acquitté de cette tâche de la manière la plus consciencieuse.

La lecture de ces pages intéressantes sera, pour les colons, un enseignement et pour beaucoup d'entre eux une sauvegarde.

Edmond LEPLAE,
Directeur général.

Londres, le 1er mars 1918.

SOMMAIRE

PAGES

Préface 7
Introduction 13

CHAPITRE I. — **Le Danger des Moustiques** 17

Quelles sont les maladies transmises par les moustiques?..... 17
Comment a-t-on découvert que les moustiques transmettaient la malaria? 18
Quels sont les moustiques susceptibles de transmettre la malaria?... 19
Comment la malaria se développe-t-elle chez une personne piquée par un moustique *Anopheles* infecté?..... 20
Comment les moustiques *Anopheles* femelles s'infectent-ils et transmettent-ils l'infection? 22
Quel est le moustique qui transmet la fièvre jaune? 24
Quelle est la distribution géographique du moustique de la fièvre jaune? Existe-t-il au Congo?..... 26
Qu'est-ce que la filariose? Quels sont les moustiques propagateurs de cette maladie et comment la transmettent-ils?..... 28
Autres maladies transmises par les moustiques 29

CHAPITRE II. — **Description et Mœurs des Moustiques (Morphologie et Biologie)** 31

a) ASPECT ET CARACTÈRES DISTINCTIFS DES MOUSTIQUES..... 31

Que sont les moustiques?..... 31
Quels sont les caractères particuliers des moustiques?..... 31
Quelle est la nourriture des moustiques adultes?..... 32
Les moustiques sont-ils les seuls diptères suceurs de sang?..... 33
Comment peut-on distinguer les moustiques des moucherons?..... 33
Comment peu-ton distinguer les sexes chez les moustiques adultes? 34
Comment piquent les moustiques?..... 36
Quels sont les caractères intéressants de l'anatomie des moustiques? 37
Comment classe-t-on les moustiques?..... 38
Quelles sont les principales différences entre les moustiques *Anopheles* et *Culex*?..... 40
Quels sont les principaux caractères du *Stegomyia fasciata* et du *Culex fatigans?* 43

b) EVOLUTION DES MOUSTIQUES. — Description et biologie des œufs, larves et pupes..... 44

Où vivent les larves et pupes de moustiques?..... 44
Ponte et œufs de moustiques 52
Eclosion des œufs. Quelles sont les circonstances qui la favorisent ou la retardent? 54
Quel est l'aspect des larves de moustiques?..... 56

PAGES

Quels sont les principaux caractères des larves de *Culex*, *Stegomyia* et *Anopheles*? Mode de respiration 56
Les larves des moustiques respirent-elles seulement par les tubes respiratoires? 60
Quelle est la nourriture des larves de moustiques? 62
Quel est l'aspect des pupes de moustiques? 63
Comment s'effectue la sortie du moustique adulte? 64
Quelle est la résistance des larves et pupes aux conditions défavorables à leur développement? (Salure, dessiccation, submersion, températures basses et élevées) 66
Quelle est la durée totale du développement (cycle vital) des stades larvaires des moustiques? 68

c) MŒURS DES MOUSTIQUES ADULTES 69

1. — *Anopheles ou moustiques de la malaria* 69

Quand piquent les femelles d'*Anopheles*? 69
La lumière artificielle exerce-t-elle une influence sur les moustiques? 70
Où se cachent les *Anopheles* pendant le jour? 70
Quelle est la durée normale de la vie des *Anopheles* adultes? 71
Hibernation et estivation 71
Quelle est la puissance du vol des *Anopheles*? 72
Transport des *Anopheles* par les moyens artificiels 74

2. — *Stegomyia fasciata ou moustique de la fièvre jaune* 75

Où et comment se nourrissent les femelles de *Stegomyia*? 75
Quand les femelles de *Stegomyia* piquent-elles? 76
Quelle est la longévité des *Stegomyia*? 76
Quelle est l'influence de la température sur le *Stegomyia*? 77
Quelle est la puissance du vol du *Stegomyia*? 78
Quelles sont les conditions de l'accouplement et de la ponte chez le *Stegomyia*? Influence de l'alimentation sur la ponte 78
Transport du moustique de la fièvre jaune par les moyens artificiels. 80

CHAPITRE III. — **Moyens de Protection et de Lutte contre les Moustiques** 81

a) MOYENS DE PROTECTION CONTRE LA PIQURE DES MOUSTIQUES 82

Choix d'une localité non infectée 82
Substances qui éloignent les moustiques 82
Emploi de lotions empêchant la piqûre des moustiques 82
Substances écartant les moustiques des animaux domestiques 85
Remèdes contre les piqûres des moustiques 87
Emploi de plantes éloignant les moustiques 87
Moustiquaires et écrans de toile métallique 88
Emploi des moustiquaires 88
Aménagement des habitations sous les tropiques 96
Protection des habitations par des écrans de toile métallique 96
Placement d'écrans sur les citernes et autres récipients à eau de pluie 100
Protection des navires contre les moustiques 105

b) SUPPRESSION DES SOURCES D'INFECTION 106

Protection des malades 106
Traitement par la quinine 107
La prophylaxie du paludisme par le bétail 108

c) MOYENS DE DESTRUCTION DES MOUSTIQUES ADULTES 110

Emploi des fumigations 110
Poudres de pyrèthre 110
Soufre 112
Mélange de camphre et d'acide phénique 112
Crésil et créoline 113

PAGES

Cyanure de potassium 113
Autres substances 114
Emploi des pulvérisations de liquides culicides 115
Emploi des appareils de capture des moustiques 117
Pièges à main 117
Pièges fixes 119
Débroussements 121
Protection des ennemis naturels des moustiques adultes 123

d) MOYENS DE DESTRUCTION DES LARVES ET PUPES DE MOUSTIQUES 127

Recherche et traitement des réservoirs artificiels 128
Recherche et traitement des réservoirs naturels 132
Différents types de réservoirs 137
Détermination de la présence des larves d'*Anopheles* dans une masse d'eau 140
Comblement des dépressions 141
Drainage des parties marécageuses 142
Fossés ou drains 143
Entretien des fossés et conduites bétonnées 149
Drainage par drains souterrains 150
Mode d'exécution des travaux de drainage 150
Nettoyage de la végétation 150
Irrigations et malaria 150
Alternance des écoulements d'eau 151
Emploi du pétrole et d'autres substances larvicides 151
Action du pétrole sur les larves 152
Choix du pétrole à employer 155
Rapidité d'évaporation du pétrole dans les contrées chaudes. — Expériences faites en Afrique occidentale 156
Quand faut-il appliquer le pétrole? 157
Quelles sont les quantités de pétrole à employer? 158
Modes d'épandage du pétrole 158
Méthodes continues 159
Méthodes intermittentes ou discontinues 160
Maintien de la nappe de pétrole 161
Traitement au pétrole des réservoirs artificiels 162
Larvicides autres que le pétrole 162
Savon larvicide employé à Panama 163
Expériences sur l'emploi comme larvicides, du savon mou, de la naphtaline et de l'eau de mer 163
Expériences sur l'action du chlore et du lysol 164
Essais d'autres larvicides 164
Destruction de la nourriture des larves 172
Culture de certaines plantes aquatiques pour la destruction des larves 173
Ennemis des larves et pupes de moustiques 173
Introduction de poissons culiphages 174
Introduction des « Millions » 174
Les Top-Minnows 176
Autres poissons culiphages américains 178
Procédés de conservation et de transport des poissons culiphages 179
Poissons culiphages indiens et malais 180
Poissons culiphages africains 181
Oiseaux aquatiques 183
Têtards—Insectes aquatiques 184
Autres ennemis des larves—Maladies et parasites 185
Mode d'exécution des mesures antilarvaires 187
Précautions à prendre contre la malaria lors de la construction des chemins de fer 188
Législations antimalariales 190

PAGES

CHAPITRE IV. — **Quelques Résultats des Mesures prises contre les Moustiques** 191

La campagne contre les moustiques à La Havane..... 191
Résultats des deux campagnes à La Havane 192
La campagne contre les moustiques dans l'isthme de Panama et ses résultats 193

CHAPITRE V. — **Méthodes de Récolte, de Conservation et d'Etude des Moustiques** 197

a) *Récolte, conservation et expédition des spécimens de moustiques*... 198

Objets nécessaires 198
Capture des spécimens de moustiques 200
Comment tuer les moustiques capturés?..... 200
Modes de conservation des moustiques—Nombre de spécimens requis 201
Comment faut-il piquer les moustiques?..... 201
Conservation à l'état sec sans piquage 202
Attaque des spécimens par les insectes et les moisissures..... 202
Récolte et conservation des spécimens d'œufs, larves et pupes de moustiques 203
Annotation des observations 204
Emballage et expédition en Europe 205

b) *Recherche des moustiques Anopheles infectés. — Elevage des moustiques au laboratoire* 206

Capture et traitement préliminaire des moustiques *Anopheles* infectés, en vue de la dissection 206
Dissection des glandes salivaires..... 207
Examen des glandes 208
Coloration des sporozoïtes 208
Dissection de l'intestin moyen (estomac) 209
Coloration des zygotes 210
But de l'élevage des larves de moustiques au laboratoire..... 210
Récolte des larves et pupes pour l'élevage au laboratoire..... 211
Transport des larves et pupes 211
Conservation en vie des larves de moustiques au laboratoire. 211
Conservation en vie des moustiques adultes 212

Résumé—

Principales mesures de protection à prendre dans les pays chauds contre les moustiques qui transmettent des maladies 214

Appendice—

Clef pour la détermination des espèces africaines d'Anopheles. 217
Répartition géographique des espèces africaines d'*Anopheles* 221

Bibliographie—

1 — Liste des ouvrages et travaux cités..... 223
2 — Ouvrages généraux 234
3 — Mémoires publiés par l'Ecole de Médecine tropicale de Liverpool 235
4 — Périodiques 236

INTRODUCTION

Cette brochure a pour but de faire connaître les divers moyens de combattre les moustiques qui transmettent la malaria et d'autres maladies tropicales.

Comme on pourra en juger par la lecture du chapitre III, ces moyens sont actuellement fort nombreux et d'ordre très divers. Certains sont économiques et d'application facile, mais leur effet n'est que momentané. D'autres sont plus coûteux et d'exécution plus difficile, mais leur portée est plus générale et ils aboutissent à l'assainissement complet et permanent d'une localité, ou même d'une région. Comme toujours, les résultats sont proportionnés aux efforts et si l'on choisit avec soin le procédé qui paraît le plus approprié, si l'on en poursuit l'exécution avec méthode et esprit de suite, la réussite est certaine.

Mais pour bien connaître les moyens de combattre un insecte nuisible, il faut avant tout étudier sa morphologie et ses mœurs. En d'autres termes, il faut se baser sur l'entomologie. C'est ce que nous ferons pour les moustiques, dont nous décrirons en détail les caractères morphologiques, l'histoire naturelle et les mœurs d'évolution.

Tant que nous sommes restés dans le domaine de l'entomologie et de la technique, notre tâche a été relativement facile, mais nous avons dû inévitablement effleurer tout au moins des questions qui se rattachent directement aux sciences médicales. Or, les travaux sur les maladies transmises par les moustiques et surtout sur la malaria abondent et l'on peut dire qu'il en paraît journellement de nouveaux. Comment fixer dans un petit traité de vulgarisation un sujet aussi changeant ?

Nous nous sommes donc strictement bornés aux généralités et nous avons emprunté à des autorités scientifiques reconnues les quelques définitions nécessaires à la clarté de nos explications.

De plus, grâce à l'aimable intervention de M. le professeur Robert Newstead, de la célèbre Ecole de Médecine tropicale de Liverpool, M. H. F. Carter, son assistant à la chaire d'entomologie médicale, qui s'est spécialisé dans l'étude des moustiques pathogènes, a bien voulu se mettre à notre disposition pour reviser nos premiers cha-

pitres. Nous lui réitérons ici nos remerciements pour l'aide précieuse qu'il nous a ainsi prêtée.

La littérature sur les moustiques qui transmettent des maladies est très riche. Il existe beaucoup d'ouvrages récents sur ce sujet et le nombre d'études et d'articles qui paraissent dans les revues spéciales est considérable. Quoique le nombre de travaux de langues diverses, que nous avons consultés, soit plutôt élevé, nous sommes loin encore d'avoir épuisé le sujet. Du reste, cela n'était pas, pensons-nous, nécessaire, notre but n'étant que de donner des indications pratiques, à la portée de notre public colonial.

Nous devons de vifs remerciements à M. le Dr Guy A. K. Marshall, directeur du Bureau Impérial d'Entomologie au British Museum de Londres, pour l'assistance qu'il nous a prêtée dans nos études de documentation et les utiles renseignements qu'il a bien voulu nous fournir.

Pour la rédaction du chapitre traitant des poissons faisant leur proie des larves de moustiques, M. le Dr G. A. Boulenger, conservateur au British Museum, très connu de tous nos coloniaux pour ses travaux sur la faune congolaise, a bien voulu nous indiquer quelles étaient les espèces de petits poissons congolais les plus intéressantes à ce point de vue. Nous le remercions également de nous avoir communiqué les clichés qui accompagnent cette partie de notre travail.

Parmi les ouvrages qui nous ont été les plus utiles, nous citerons en premier lieu les traités actuellement classiques de Sir Ronald Ross et de M. le Dr L. O. Howard. Nous avons également puisé un grand nombre de renseignements pratiques sur les moyens de combattre les moustiques dans un volume récemment paru, *Mosquito Control in Panama*, où les auteurs, MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein, exposent d'une façon claire et méthodique, les moyens qui ont été mis en œuvre avec tant de succès à Panama, pour détruire les moustiques et enrayer la propagation de la malaria et de la fièvre jaune.

Plusieurs auteurs nous ont fort obligeamment accordé l'autorisation de reproduire des clichés de leurs ouvrages. C'est à ce titre que nous devons des remerciements à M. le Dr L. O. Howard (Washington), M. le professeur J. W. W Stephens (Liverpool), MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein (Nouvelle-Orléans), M. Malcolm Watson (Malaisie), M. le professeur William B. Herms (San Francisco), M. le Dr G. A. Boulenger (Londres), MM. Walter Scott Patton et Francis W. Cragg (Indes anglaises), la Direction du *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, de Paris, la *South African anti-malarial Association*, de Johannesburg (Afrique australe) et la Direction du British Museum, Natural History, de Londres.

Afin de permettre au lecteur de trouver de suite les renseignements qu'il recherche, nous avons divisé les cinq chapitres de la brochure en un grand nombre de petits paragraphes, dont les titres sont rédigés le plus souvent sous forme de question.

De plus, nous avons fait suivre le cinquième chapitre d'un court résumé indiquant sommairement les principales précautions à pren-

dre pour éviter la contamination par la piqûre des moustiques. Ce résumé a été fait pour rendre service au plus grand nombre de personnes possible.

Enfin, la bibliographie qui termine ce travail donne, en plus des travaux consultés, une liste des ouvrages généraux et des principales revues périodiques, traitant des moustiques et des maladies qu'ils transmettent.

Bruxelles, le 15 juin 1921.

E. HEGH.

CHAPITRE I

LE DANGER DES MOUSTIQUES.

Les moustiques se rencontrent sous tous les climats. Ils sont abondants dans les régions arctiques comme dans les régions chaudes, partout où existent des milieux favorables à leur multiplication. Dans les contrées tropicales toutefois, ils pullulent et sont très nuisibles, non seulement par leurs désagréables piqûres, mais surtout par la transmission de fièvres et autres maladies.

Quelles sont les maladies transmises par les moustiques ?

En Afrique tropicale, la principale maladie transmise par les moustiques est la malaria ou fièvre des marais. Cette fièvre sévit avec plus ou moins d'intensité dans toutes les régions à climat chaud, spécialement après les pluies, et dans le voisinage des terrains marécageux. C'est la plus commune de toutes les affections tropicales et celle qui, proportionnellement, atteint le plus la population blanche. Elle affaiblit l'organisme des personnes qui en souffrent et les rend moins résistantes à d'autres maladies. L'hématurie est une de ses suites les plus dangereuses.

Une autre affection *la fièvre jaune*, qui pendant longtemps a été considérée comme le plus terrible fléau des régions tropicales et subtropicales de l'Amérique, est également transmise par les moustiques, ou plutôt par la femelle d'une seule espèce, le *Stegomyia fasciata* ou moustique tigre, désigné par les Américains sous le nom d'*Aedes calopus*, Meig.

Le Congo belge a été jusqu'à présent à peu près exempt de fièvre jaune (*) quoique la présence du *Stegomya fasciata* ait été signalée en beaucoup d'endroits. Ce moustique est commun dans diverses contrées africaines, et surtout en Afrique occidentale, où la fièvre jaune paraît régner à l'état endémique (**).

Mais là ne s'arrête pas le danger des moustiques ; ces insectes sont

(*) En septembre 1917, quelques cas de fièvre jaune se sont déclarés à Matadi, sur le Bas-Congo. Grâce aux mesures hygiéniques immédiatement prises, la maladie fut vite enrayée. Aucun cas ne s'est plus produit depuis.

(**) Il paraît actuellement admis que la fièvre jaune est endémique en Afrique occidentale, ou tout au moins dans certaines parties de cette contrée. Elle y existe probablement depuis un siècle ou plus.

encore responsables de la transmission de *la filariose*, dont une des formes, l'*éléphantiasis*, est commune dans les régions tropicales de l'Afrique et occasionne notamment un développement anormal de certaines parties du corps, et de *la fièvre dengue*, sorte de grippe épidémique, qui règne également dans notre Colonie.

Comment a-t-on découvert que les moustiques transmettaient la malaria ?

Comme l'indiquent les noms de fièvre des marais, fièvre paludéenne, paludisme, qui sont communément donnés à la malaria, cette maladie sévit surtout dans les régions marécageuses, et l'on croyait autrefois que les émanations ou les miasmes des marais en étaient la cause originelle.

En réalité, la malaria est occasionnée par des micro-organismes parasites, qui vivent dans le sang de l'homme, se nourrissant des globules rouges, et qui sont transmis des personnes malades aux personnes saines, par l'intermédiaire de certains moustiques.

C'est en 1880 que le grand savant français Laveran, alors médecin militaire en Algérie, découvrit l'organisme de la malaria. Dix-sept années plus tard, l'illustre major anglais Ronald Ross (170b) (*), deux fois, depuis, titulaire du prix Nobel pour sa découverte, se trouvant aux Indes, démontra d'une manière indiscutable, après de longues et patientes recherches, le rôle important joué par les moustiques dans la transmission de la malaria, et l'on peut dire que c'est là un des plus grands services qui ait été rendu à la cause de l'humanité. (**).

En 1900, mettant en pratique les indications de Sir Patrick Manson (137), les docteurs Sambon et Low construisirent à Ostie, dans la campagne romaine, une hutte protégée contre les moustiques, dans laquelle ils vécurent, sans contracter la maladie, durant les mois où la malaria sévissait avec le plus d'intensité. Une contre-épreuve fut faite, en envoyant à Londres des moustiques infectés, capturés à Ostie. Le fils du Dr Manson, le Dr P. Thurburn Manson, et M. George Warren se laissèrent piquer et devinrent bientôt malades de la fièvre. La preuve de la responsabilité des moustiques était définitivement établie.

Il ne nous appartient pas de parler ici des multiples recherches qui, dans tous les pays civilisés, ont été la suite logique de ces premières découvertes. Le nombre de travaux actuellement publiés sur la matière est considérable. Des résultats pratiques d'une importance exceptionnelle ont été obtenus, puisqu'on possède actuellement des moyens efficaces de lutte contre le parasite et surtout contre les insectes qui le transmettent.

(*) Afin d'éviter de surcharger le texte par de longues références, nous faisons suivre d'un numéro d'ordre, les noms des auteurs cités. Ce numéro d'ordre correspond au classement des travaux dans la bibliographie qui termine le présent ouvrage.

(**) D'après M. C. Nicolle (157) le rôle des moustiques dans la transmission du paludisme était déjà suspecté en 1774. En effet, on peut lire dans « Voyage en Dalmatie », par Jean-Baptiste de Fortis, traduction publiée à Berne en 1778 (Vol. II, p. 216-17), que tous les habitants de la partie basse de la Narenta dormaient sous des tentes pour se protéger contre les moustiques. Un prêtre dit à l'auteur qu'il soupçonnait que les fièvres, dont les habitants de ce pays souffraient fortement, avaient pour cause la piqûre de ces insectes qui, après s'être nourris sur une carcasse pourrie ou une plante vénéneuse, venaient attaquer les hommes.

Quels sont les moustiques susceptibles de transmettre la malaria ?

Quoiqu'on connaisse actuellement environ 1,200 espèces de moustiques et qu'on en découvre constamment de nouvelles dans toutes les parties du monde, la plupart sont inoffensives au point de vue de la transmission des maladies. En réalité, la malaria n'est propagée que par *les femelles adultes d'un genre spécial de moustiques, les Anopheles*, et même toutes les espèces *d'Anopheles* ne sont pas susceptibles d'introduire dans le sang de l'homme le germe de la fièvre.

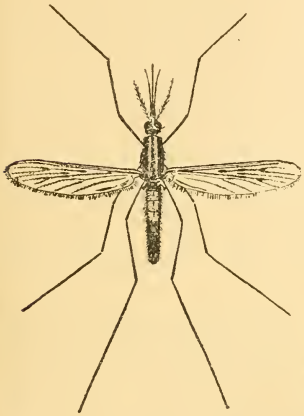


Fig. 1. — *Anopheles maculipennis* Mg. femelle. — L'agent de transmission de la malaria dans le Sud de l'Europe. — Dimensions quadruplées.

Voici une liste des espèces d'*Anopheles* connues comme transmettant la malaria, que nous devons à l'obligeance de M. H.-F. Carter, de l'Ecole de Médecine tropicale de Liverpool.

Europe : *Anopheles maculipennis*, Mg. (voir fig. 1) ; *A. bifurcatus*, L. ; *A. (Myzomyia) hispaniola*, Theo.

Asie et Malaisie : *Anopheles (Myzomyia) culicifacies*, Giles ; *A. (Myzomyia) Listoni*, Liston ; *A. (Myzomyia) turkhudi*, Liston ; *A. (Myzorhynchus) barbirostris*, v. der Wulp ; *A. (Myzorhynchus) sinensis*, Wied ; *A. (Myzorhynchus) umbrosus*, Theo ; *A. (Nyssorhynchus) maculipalpis*, Giles ; *A. (Nyssorhynchus) Theobaldi*, Giles ; *A. (Nyssorhynchus) fuligi-nosus*, Giles ; *A. (Neocellia) Stephensi*, Liston ; *A (?)* (*) *formosaensis*, Tsuzuki ; *A. (Neocellia) Willmori*, James (**).

Afrique : *Anopheles (Mysomyia) hispaniola*, Theo ; *A. (Myzomyia) funestus*, Giles ; *A. (Pyretophorus) costalis*, Loew. ; *A. (Myzomyia) algeriensis*, Theo ; *A. (Myzomyia) culicifacies*, Giles ; *A. (Myzorhynchus) umbrosus*, Theo ; *A. (Nyssorhynchus) maculipalpis*, Giles ; *A. (Cellia) pharoensis*, Theo (***).

Australie : *Anopheles (Nyssorhynchus) annulipes*, Walker.

(*) La validité et la position systématique d'*Anopheles formosaensis* Tsuzuki, sont douteuses.

(**) D'après W. H. Swellengrebel, W. Schuffner et J. M H. Swellengrebel-De Graaf, *Anopheles Ludlowi* est, aux Indes néerlandaises, le plus dangereux agent de transmission de la malaria. *(Meded. Burgerlijk Geneesk. Dienst, Nederl.-Indië*, Batavia, 1919, n° 3, pp. 1-64).

(***) Nous y ajoutons, d'après le Capt P. H. Bahr (11), et d'après G. Storey (196), les espèces suivantes, signalées en Egypte: *A.(Myzomyia)turkhudi, Liston ; A. palestinensis (Sergenti)*, et *A. bifurcatus ;* ce dernier moustique paraît être un des plus dangereux propagateurs de la malaria.

Amérique du Nord : *Anopheles punctipennis*, Say ; *A. crucians*, Wied ; *A. quadrimaculatus*, Say.

Amérique centrale et du Sud : *Anopheles pseudopunctipennis*, Theo ; *A. (Cellia) albimanus*, Wied ; *A. (Cellia) argyrotarsis*, R. D. ; *A. (Cellia) tarsimaculatus*, Goeldi ; *A. (Cyclolep.) intermedius*, Pery ; *A. (Arribalzagia) pseudomaculipes*, Pery.

Parmi les espèces malariales africaines :*Anopheles funestus*, Giles (voir fig. 21) ; *A. costalis*, Loew (voir fig. 21) ; *A. pharoensis*, Theo ; *A. umbrosus*,, Theo, et *A. maculipalpis*, Giles, ont été signalées comme existant au Congo belge (*). Ce sont donc ces espèces qu'il importe surtout de combattre dans notre Colonie.

Les caractères qui distinguent les moustiques *Anopheles* (adultes et larves) des autres moustiques sont donnés plus loin, pages 40 à 43. Ils permettront aux planteurs et aux colons de déterminer, dans la région qu'ils habitent, la présence des insectes suspects de propager les fièvres.

Pour ceux qui désirent pousser plus loin les recherches, nous donnons en annexe, à la fin de la présente brochure (p. 217) une clef pour la détermination des espèces africaines *d'Anopheles*, dressée par M. F. W. Edwards, B. A., F. E. S., du British Museum (Natural History) de Londres (59).

Comment la malaria se développe-t-elle chez une personne piquée par un moustique Anopheles infecté ?

Les parasites qui occasionnent la maladie connue sous les noms de malaria, fièvre des marais, paludisme, etc., et ses variétés, appelées fièvre intermittente, fièvre rémittente, fièvre pernicieuse ou maligne, sont des organismes microscopiques, dont le corps est formé d'une seule cellule et que l'on désigne sous le nom de *Plasmodium*. Ils appartiennent à l'ordre des Protozoaires, classe des *Telosporidies*, sous-classe des *Hémosporidies*, et ont besoin, pour se développer complètement, de deux milieux : le sang de l'homme dont ils détruisent les globules rouges, et le corps de certains moustiques.

Voyons d'abord succinctement ce qui se passe dans le sang d'un homme sain, qui est piqué par un moustique *Anopheles* femelle infecté et capable de communiquer la maladie. La description ci-dessous est

(*) MM. Newstead, Dutton et Todd (155), ont récolté les *Anopheles* suivants dans des localités du Congo belge :

A. costalis, à Zambi, Boma, Matadi, Tumba, Wathen, Léopoldville, Kitoto, Tumba (au-dessus de Lukolela), Irebu, Coquilhatville, Bamania, Lutongo, Nouvelle-Anvers, Bokanga, Lisala, Bumba, Yambinga, Stanley-Falls, Benaburungu, Lokandu, Sendwe, Makuta, Kasongo, Tshofa, Lusambo.

A. marshalli, à Boma, Léopoldville, Coquilhatville, Yambinga.

A. funestus, à Zambi, Boma, Matadi, Wathen, Katombe, Lusambo.

A. mauritianus, à Boma, Léopoldville, Ile Bamu, Bamania, Eala, Barumbu, Kumba, Kasongo, Lusambo, Zambi, Boma.

A. pharoensis, à Boma.

D'autre part, M. le Dr J. Bequaert (Mission scientifique du Katanga, 1910-12) (14) a récolté *Anopheles funestus* à Kasongo, Bukama et dans tout le Katanga, *A. costalis* à Nyangwe, et *A. Welcomei*, à Bukama.

Enfin, M. le Dr Schwetz (181), étudiant les moustiques de Kabinda (Lomami), dit que les *Anophelidés* sont relativement très rares dans cette localité (850 m. d'altitude), tant à l'état adulte dans les maisons et aux alentours de celles-ci, qu'à l'état larvaire dans les récipients d'eau stagnante. Les quelques exemplaires qu'il a capturés sont des *A. (Myzomyia) funestus*, Giles.

empruntée presque complètement à la brochure « *Some Facts about Malaria* », de M. le Dr L. O. Howard (93), Chef du Bureau d'Entomologie du Département de l'Agriculture des Etats-Unis.

Par la piqûre, les formes jeunes du parasite sont introduites dans la blessure, en même temps qu'une certaine quantité de sécrétion salivaire, et s'échappent dans le sang.

Chacune de ces formes jeunes pénètre ensuite dans un globule rouge, y vit et y poursuit son développement.

Lorsque celui-ci est terminé, chaque parasite se divise et produit ainsi un certain nombre de spores qui s'échappent dans le plasma sanguin et pénètrent dans des globules nouveaux. Ce mode de propagation peut se poursuivre pendant des années.

Quoiqu'il n'y ait que quelques parasites introduits par la trompe du moustique, le nombre de ceux-ci s'accroît rapidement, jusqu'à ce que des millions et des millions existent dans le sang.

Au début, lorsque la quantité de micro-organismes est encore faible, une personne infectée peut rester apparemment en bonne santé, mais dans la suite, le nombre des parasites étant devenu suffisamment élevé, elle commence à souffrir de la fièvre.

Les parasites tendent à produire tous en même temps leurs spores, et c'est au moment où ces spores se répandent presque simultanément dans le sang, que la fièvre débute.

Cette fièvre est probablement occasionnée par une petite quantité de poison qui s'échappe de chaque parasite, en même temps que les spores.

Après une période d'une durée de six à quarante heures et plus, le poison est éliminé de l'organisme du patient et la fièvre tend à le quitter.

Entre-temps cependant, une nouvelle génération de parasites, issue des premières spores, approche de la maturité, et lorsque celle-ci est atteinte, il y a une nouvelle émission de germes, qui occasionne un accès de fièvre, analogue au premier. Ceci peut se continuer pendant des mois et des mois, les accès de fièvre se succédant à des intervalles réguliers.

Toutefois, il se produit souvent, comme résultat d'infections répétées, que la nouvelle attaque commence avant que la première ne soit terminée, et dans ce cas, la fièvre continue sans interruption. Il peut se faire qu'après un certain temps, même sans traitement, le nombre de parasites diminue et qu'il n'y en ait bientôt plus assez dans le sang pour provoquer la fièvre ; dans ce cas, l'état du malade s'améliore temporairement.

Généralement cependant, l'accroissement du nombre de parasites reprend tôt ou tard, et le patient souffre à nouveau d'une série d'accès fiévreux. Ces rechutes sont souvent facilitées par la fatigue, la chaleur, les refroidissements, les excès et les maladies et peuvent survenir longtemps après la première infection par le moustique, et même lorsque le patient a quitté les localités infestées pour habiter une région où la malaria ne sévit pas.

En plus de la fièvre, les micro-organismes de la malaria peuvent

encore occasionner, surtout chez les patients ayant déjà subi plusieurs rechutes, une anémie générale et une hypertrophie de la rate.

Les personnes atteintes de la malaria, ayant un organisme affaibli par les parasites, résistent moins à d'autres maladies, telles que la pneumonie et la dysenterie, et en meurent souvent.

Les micro-organismes de la malaria sont au moins de trois espèces, faciles à distinguer dans le sang, lorsqu'on en fait des préparations microscopiques. Ce sont : (1) un parasite qui produit ses spores tous les trois jours et occasionne ce qu'on appelle la fièvre quarte (C'est le *Plasmodium malariae* de Laveran) ; (2) un parasite qui donne des spores tous les deux jours et cause la fièvre tierce *(Plasmodium vivax*, Grassi et Feletti) ; (3) des parasites qui occasionnent la fièvre maligne ou malaria pernicieuse, maladie de marche très irrégulière, entraînant souvent des complications dangereuses *(Plasmodium falciparum*, Welch = *Laverania malariæ*, Grassi et Feletti).

Il est à noter que des parasites semblables se rencontrent fréquemment dans le sang d'autres mammifères, spécialement des singes, ainsi que dans celui de nombreuses espèces d'oiseaux.

Administrée en temps utile, la quinine tue les micro-organismes de la malaria, mais généralement la destruction des parasites dans le corps n'est complète que si le remède est appliqué pendant plusieurs mois, à doses suffisamment fortes. Aussi longtemps qu'un seul parasite reste dans le sang, des rechutes sont à craindre.

Comment les moustiques Anopheles femelles s'infectent-ils et transmettent-ils l'infection ?

Nous venons d'examiner comment le micro-organisme de la fièvre malariale vit et se développe dans le sang des patients. Voyons maintenant, en suivant toujours la description du Dr Howard (95), comment il poursuit son évolution dans le corps des moustiques et comment ceux-ci le communiquent finalement aux personnes saines.

En dehors des formes produisant des spores, il arrive un moment où le parasite de la malaria se développe en individus mâles et femelles (formes sexuées en croissant), et lorsqu'un des moustiques *Anopheles* femelles, susceptibles de transmettre la malaria, se nourrit sur un malade dont le sang contient ces micro-organismes, ceux-ci sont aspirés, en même temps, dans l'estomac du moustique.

Si les formes sexuées sont présentes, celles de sexe différent s'unissent aussitôt. Le parasite subit ensuite certains changements dans l'estomac de l'insecte, et l'œuf fertilisé ou zygote qui en résulte, devient mobile et, passant au travers des parois stomacales, va se fixer finalement sur la surface extérieure de ces dernières. Dans cette situation, il se développe très fortement et, si les conditions sont favorables, produit après une semaine, un nombre considérable de spores libres et mobiles.

Ces spores s'échappent dans la cavité générale du corps du moustique et atteignent les glandes salivaires. Ces glandes secrètent un fluide irritant, qui est injecté sous la peau humaine, lorsque le moustique commence à se nourrir.

Ainsi donc, un moustique *Anopheles* femelle, qui s'est nourri sur un malade dont le sang contient les formes sexuées du parasite, peut,

une semaine plus tard, en piquant une autre personne, injecter sous sa peau et généralement dans son sang, et la salive et les spores virulentes. Ces dernières occasionnent ou peuvent occasionner une infection ou une réinfection de la seconde personne.

Donc les parasites malariens passent d'homme à homme par l'intermédiaire de certains moustiques *Anopheles*, et il en résulte que la malaria est une maladie infectieuse transmise des personnes malades aux personnes saines, par ces insectes, et que ce n'est que de cette façon que la maladie peut être contractée.

Comme nous l'avons dit, on croyait autrefois que c'étaient les miasmes ou les émanations des marécages qui occasionnaient le paludisme.

Des recherches minutieuses dans l'air, l'eau, la végétation décomposée et le sol des régions contaminées, n'ont jamais permis de découvrir les parasites malariens, et des essais d'infection à l'aide de ces agents n'ont jamais réussi. Mais il est vrai, d'autre part, que les moustiques qui transmettent les parasites passent leurs stades de larve et de nymphe dans l'eau des marais, des étangs et des cours d'eau, et que c'est de ces milieux de développement qu'ils émergent à l'état parfait, pour entrer dans les demeures voisines et se nourrir la nuit sur les habitants, piquant l'une personne après l'autre, et vivant pendant des semaines ou des mois.

S'il se fait qu'une personne atteinte de la fièvre malariale se trouve dans l'une de ces habitations, les femelles d'*Anopheles* s'infectent et peuvent ainsi communiquer la maladie à d'autres personnes et dans les maisons voisines. Ainsi toute une localité peut devenir malariée. Il est facile, dans de telles localités, de trouver les parasites de la malaria dans les moustiques des espèces propagatrices. Parfois jusqu'à 25 pour cent et plus des spécimens disséqués sont infectés.

Dans les localités malariées, les moustiques *Anopheles* piquent les enfants sains et infectent bon nombre d'entre eux. Si ces enfants ne sont pas soignés d'une façon rationnelle, ils restent contaminés pendant des années, peuvent devenir anémiques, avoir la rate hypertrophiée et servir de foyer d'infection pour d'autres.

L'on a trouvé que dans ces localités malariées, presque tous les enfants contiennent dans leur sang les parasites de la malaria et ont une rate anormalement développée.

Par conséquent, dans de telles localités, les parasites sont constamment transmis par l'intermédiaire des moustiques, des enfants les plus âgés ou des personnes adultes aux enfants nouveau-nés, et l'infection malariale peut rester y subsister pendant de nombreuses années, voire même indéfiniment.

De même, une personne nouvellement arrivée dans ces endroits malariés s'infectera probablement bien vite, surtout si elle dort, ne fût-ce qu'une nuit, dans une maison contaminée, à l'époque où les moustiques volent et piquent. D'autre part, une localité n'est malariée que si elle habitée par des personnes qui possèdent dans leur sang les parasites de la malaria, et s'il y a un nombre suffisant de moustiques des espèces propagatrices, pour transmettre l'infection aux personnes saines.

Quel est le moustique qui transmet la fièvre jaune?

La fièvre jaune est une maladie particulière aux régions tropicales. Son origine est douteuse : l'opinion anciennement admise est qu'elle aurait pris naissance au Mexique ou aux Antilles et qu'elle se serait propagée, par l'intermédiaire de la navigation, dans toutes les régions continentales voisines : Sud des Etats-Unis, Amérique centrale, Panama, Amérique du Sud, ainsi que dans certaines parties de l'Afrique (Afrique occidentale). D'autres auteurs sont d'avis que c'est cette dernière contrée qui est le lieu d'origine de la fièvre jaune (*). Quoi qu'il en soit, cette maladie est caractérisée par une fièvre de plus en plus intense, ainsi que par des maux de tête et des douleurs de dos ; dans la plupart des cas, la fièvre est suivie, au bout de trois ou quatre jours, par une coloration jaune de la peau (d'où son nom de fièvre jaune) et par des vomissements noirs (vomito-negro).

Jusqu'en ces tout derniers temps, l'étiologie de la fièvre jaune était encore inconnue. Il semblait prouvé qu'il s'agissait non d'un virus, mais d'un organisme vivant, invisible par les moyens actuels, qui se développe dans le sang et le détruit en l'envahissant brusquement, après une courte incubation allant d'un à quatre jours.

Fig. 2. — Les deux sexes du *Stegomyia fasciata*, le moustique de la fièvre jaune, fortement agrandis. — A gauche, le mâle, insecte inoffensif, se nourrissant du suc des plantes. — A droite, la femelle, avide suceuse de sang et qui est seule responsable de la transmission des germes de la fièvre jaune. — Les principales différences sexuelles se trouvent dans les antennes et la longueur des palpes maxillaires. — En dessous, les deux insectes grandeur naturelle.

(*) Comme l'a fait remarquer M. G. A. K. Marshall, l'immunité vis-à-vis de la maladie dont semblent jouir les noirs, et l'abondance des espèces du genre *Stegomyia* en Afrique, sont deux preuves en faveur de l'origine africaine de la fièvre jaune.

Cependant les recherches du savant Dr Noguchi, de l'Institut Rockfeller, signalées tout récemment (janvier 1921), dans la presse médicale, semblent avoir abouti à la découverte de l'agent pathogène de la fièvre jaune. Ce serait un leptospire dénommé *Leptospira icteroïdes* (*).

Mais si la vraie cause de la maladie est encore discutée, il est actuellement démontré avec certitude, qu'elle est transmise des personnes malades aux personnes saines, par la femelle d'une espèce de moustique très répandue sous les climats chauds : le *Stegomyia fasciata* = *Aedes calopus*, Meig. (voir fig. 2). et que le meilleur moyen d'enrayer la dispersion de la fièvre jaune consiste à détruire cet insecte et à protéger les habitants contre ses piqûres.

Ainsi que l'ont prouvé les travaux de la commission américaine à Cuba et de la commission française au Brésil, le *Stegomyia* ne devient infectieux que s'il pique un malade pendant les trois premiers jours de la maladie ; après cette période, le sang ne semble plus contenir de germes capables d'évoluer. D'autre part, un *Stegomyia* n'est capable d'infecter une personne saine, que douze jours après avoir piqué un patient souffrant de la fièvre jaune, mais il reste alors infectieux durant toute sa vie et peut ainsi transmettre la maladie à un grand nombre de personnes.

Nous donnons plus loin (p. 43), les principaux caractères morphologiques qui permettent de distinguer le *Stegomyia fasciata* des autres moustiques. Au point de vue des mœurs, le *Stegomyia* est un insecte essentiellement domestique, qui ne quitte pas le voisinage immédiat de l'homme et dont la larve se développe presque uniquement dans les petites quantités d'eau accumulées dans des récipients se trouvant à l'intérieur des habitations ou dans leurs dépendances (**).

Depuis le début du présent siècle, la lutte contre le *Stegomyia* a été menée avec énergie par les Américains. Elle a abouti à la suppression de la fièvre jaune à la Havane, dans le Sud des Etats-Unis et dans la zone du canal de Panama(***). Les moyens de destruction du mousti-

(*) Voici quelques-unes des raisons pour lesquelles *Leptospira icteroïdes* serait l'agent étiologique de la fièvre jaune :

a) Ce Leptospire a été trouvé dans des cas de fièvre jaune ;

b) Il a été cultivé à partir de cas de fièvre jaune, à Guayaquil, à Mérida et au Pérou ;

c) L'inoculation de cultures de Leptospires provoque la maladie avec tous ses symptômes chez le cobaye ; l'organisme se retrouve alors sur cet animal et peut en être isolé ;

d) Ses propriétés et ses caractères coïncident avec les propriétés bien connues du virus de la fièvre jaune ;

e) Il est transporté par le moustique *Stegomyia* et devient ainsi susceptible de reproduire l'affection.

(**) En Afrique occidentale et au Congo, on a trouvé des larves de *Stegomyia fasciata* se développant dans l'eau accumulée dans des cavités d'arbres ou entre les racines de ceux-ci (voir p. 52).

(***) A La Havane, la campagne contre la fièvre jaune et son agent de transmission, le *Stegomyia*, a débuté en février 1901, et la même année, le nombre de décès dus à cette maladie tomba à 18, contre 310 en 1900, 103 en 1899, 136 en 1898, 858 en 1897 et 1,282 en 1896. En 1902, il ne se produisit plus aucun cas mortel de fièvre jaune à La Havane.

D'autre part, dans la zone du canal de Panama, la lutte contre le *Stegomyia* et la fièvre jaune commença en juin 1904, lors de l'arrivée du colonel Gorgas et de ses collaborateurs. En septembre 1905, se produisit le dernier cas de fièvre, et depuis lors, grâce aux mesures préventives prises, cette maladie a été complètement extirpée de la région.

que sont actuellement en usage dans presque toutes les contrées où sévit la maladie. En Afrique occidentale anglaise, une commission spéciale de la fièvre jaune (Yellow Fever Commission, West Africa) fonctionne depuis quelques années, et nous aurons à signaler dans la suite de ce travail les résultats de ses recherches sur les mœurs et les moyens de destruction du *Stegomyia fasciata*.

On peut dire que l'histoire naturelle de ce moustique est actuellement mieux étudiée que celle de n'importe quelle autre espèce de Culicide et peut-être d'insecte. Les observations et expériences faites à ce sujet par les entomologistes médicaux américains, anglais et autres sont très nombreuses et nous aurons souvent à en citer les résultats, pour mieux expliquer certains faits de la biologie des moustiques.

Quelle est la distribution géographique du moustique de la fièvre jaune? Existe-t-il au Congo ?

Le *Stegomyia fasciata* = *Aedes calopus*, est une des espèces de moustiques les plus largement répandues dans les contrées chaudes du globe. Sa zone de dispersion ne dépasserait pas, paraît-il, le 40me degré de latitude Nord et le 40me degré de latitude Sud. Il se rencontre surtout dans les régions tropicales et, aimant l'humidité, est principalement abondant au bord de la mer et le long des grands fleuves.

L'habitat d'origine du moustique de la fièvre jaune serait, d'après les uns, les Antilles et les contrées continentales voisines ; d'après d'autres, l'Afrique (Afrique occidentale). Ce qui semble confirmer cette dernière hypothèse, c'est qu'il existe en Afrique beaucoup plus d'espèces de *Stegomyia* que dans une autre partie du monde (voir la note, p. 28). Le *Stegomyia fasciata* aurait été importé en Amérique par la traite des esclaves.

D'après le mémoire de la Commission américaine de la fièvre jaune à Cuba, la femelle de *Stegomyia* pique toute la journée par des températures allant de 26° à 35°C. Entre 19° et 25°C. elle pique peu et refuse de piquer entre 14° et 18°C. Cette observation est importante, car elle explique le fait que la fièvre jaune ne sévit toute l'année que dans les contrées très chaudes, alors qu'elle est simplement estivale dans les régions plus tempérées.

C'est ainsi qu'aux Etats-Unis on distingue deux zones bien tranchées de distribution du *Stegomyia*. Celle appelée par M. le Dr Howard (94) la *zone permanente*, comprend l'extrême Sud du territoire (régions bordant le golfe du Mexique). Dans cette zone, il ne se produit jamais de gelées et l'insecte peut, par conséquent, se développer sans interruption. La seconde zone, appelée *zone temporaire estivale*, comprend tout le reste du territoire ; le moustique ne s'y propage que pendant la saison chaude et il y est exterminé, chaque année, par les premiers froids auxquels il est très sensible. Il y est introduit, en été, par les moyens artificiels de transport : navires, chemins de fer, bagages, etc.

Le *Stegomyia fasciata* existe également dans toutes les régions qui

bordent la Méditerranée (*), en Caucasie russe sur les côtes de la mer Noire, aux Indes anglaises, en Malaisie, en Indo-Chine (**), en Chine, au Japon, aux Indes néerlandaises, en Nouvelle-Guinée, aux îles Hawaii, aux îles Philippines, etc. . Sa présence a été de même signalée au Queensland, en Nouvelle-Galles du Sud et dans les territoires australiens du Nord.

En Afrique, le principal habitat de ce moustique est la côte occidentale. On le trouve notamment en Nigérie du Sud (Lagos), Côte d'Or (***), Sierra-Leone, Gambie, Togo, Dahomey, Sénégal, etc. Cet insecte existe également dans d'autres contrées africaines (****), telles que, par exemple, le Maroc, l'Egypte, l'Afrique Nord-Est et certaines parties de l'Afrique du Sud. Il se rencontre aussi à Madagascar.

Depuis quelques années, on sait que l'habitat du *Stegomyia fasciata* s'étend au Congo belge. MM. Newstead, Dutton et Todd (155), en 1907, ont signalé sa présence à Matadi, Léopoldville, Sendwe, Kasongo, Tshofa et Lusambo. M. le Dr J. Rodhain a récolté fin 1914, des larves de *Stegomyia*, à Dungu (Uelé), en pleine saison sèche, dans des creux de rochers, parmi les petits rapides du Kibali. M. le Dr van den Branden a trouvé ces mêmes larves à Léopoldville, dans l'eau séjournant à la base des Flamboyants. Enfin, M. le Dr Schwetz (181), en 1915, rapporte qu'à Kabinda, station très saine, située à 850 mètres d'altitude, dans le district du Lomami, les *Stegomyia fasciata* étaient

(*) D'après M. R. Blanchard (19) (1917), *Stegomyia fasciata* doit être considéré désormais comme faisant partie de la faune entomologique de la France méridionale. Il y a probablement été introduit par les troupes noires venant du Sénégal. De même, L. Piras signale que de grandes quantités de ces moustiques ont infesté le port de Gênes (maisons et navires), de juin à septembre 1917.

D'autre part, suivant J. Waterston (208), le *Stegomyia fasciata* serait extrêmement abondant à Salonique, particulièrement dans les habitations.

Il paraîtrait même qu'il peut se rencontrer occasionnellement en Angleterre, puisque M. Mac Gregor (135) a récolté, dans un creux de hêtre d'Epping-Forest (N. E. de Londres), des larves de plusieurs espèces de moustiques, parmi lesquelles celles de *Stegomyia fasciata*.

(**) En 1915-16, des recherches concernant la présence du moustique de la fièvre jaune furent entreprises dans divers ports de l'Extrême-Orient : Bangkok (Siam), Saigon (Cochinchine), Haiphong (Tonkin), Canton (Chine du Sud), Batavia, Samarang et Soerabaia (Java), Makasser (Célèbes) et Tjilatjap (Java). Suivant Stanton A. T. (195) *Stegomyia fasciata* était abondant dans tous ces ports et cela pendant toutes les saisons de l'année. Même là où la lutte avait été entamée contre lui, il était commun ; ailleurs il constituait un véritable fléau.

(***) Au laboratoire d'Accra, MM. Scott Macfie et A. Ingram (130) ont analysé entomologiquement 417 échantillons d'eau contenant des larves de moustiques. Ces échantillons constituaient les prélèvements faits pendant un an par les inspecteurs sanitaires de la Côte d'Or dans les agglomérations indigènes. Dix espèces de larves y furent trouvées : *Stegomyia fasciata* dans 88.44 p.c. des échantillons, *Culex fatigans* dans 14.86 p. c., *Anopheles costalis* dans 0.95 p. c., *Culex decens* et *Culiciomyia nebulosa*, chacun dans 0.71 p. c., *Stegomyia luteocephala* et *S. metallica*, chacun dans 0.47 p.c., et *Culex invidiosus*, *C tigripes var. fuscus* et *Stegomyia unilineata*, chacun dans 0.23 p. c.

(****) D'après M. le Dr Andrew Balfour, directeur des *Wellcome Research Laboratories*, à Khartoum, le *Stegomyia fasciata* a été rencontré en diverses localités du Soudan anglo-égyptien. Ce moustique était autrefois assez abondant à Khartoum même, mais il y est rare actuellement, par suite de la guerre sans merci qui lui a été faite durant sept années. Le Dr Balfour ajoute qu'il est possible que *Stegomyia fasciata* puisse transmettre au Soudan le virus de la Horse Sickness.

D'autre part, d'après M. R. E. Drake-Brockman, le moustique de la fièvre jaune est très abondant pendant toute la saison d'hiver, dans les localités côtières du Somaliland anglais. Sa larve se multiplie dans tous les récipients à eau des maisons arabes et indiennes. Par contre, d'avril à septembre, la chaleur torride et les vents chauds et violents détruisent presque tous les moustiques. (Extrait d'une note parue dans le *Bull. of Entom. Res.*, Vol. II, Pt. 2., p. 179).

très communs à l'intérieur des habitations et autour de celles-ci, principalement vers le soir, et que des larves de ces moustiques ont été trouvées dans l'eau contenue dans de vieilles boîtes à conserves et autres récipients vides, tout autant chez les Européens que chez les indigènes (*).

L'existence au Congo belge du moustique propagateur de la fièvre jaune présente un certain danger, et il sera donc prudent de poursuivre la destruction de cet insecte, tout autant que celle des *Anopheles*.

Qu'est-ce que la filariose? — Quels sont les moustiques propagateurs de cette maladie et comment la transmettent-ils ?

La filariose est un terme général appliqué à des maladies tropicales affectant le système lymphatique de l'homme et occasionnées par des vers nématodes, à corps long et grêle, appartenant au genre *Filaria*, dont les embryons sont transmis par les moustiques. Cette maladie se manifeste par un développement souvent énorme des régions inférieures du corps, et particulièrement du scrotum. Le stade le plus avancé, désigné sous le nom d'éléphantiasis, est une affection indigène bien connue dans notre colonie.

Quoiqu'il existe plusieurs espèces de filaires du sang, la seule qui ait une grande importance pathologique est *Filaria Bancrofti*, Cobbold. Son embryon : *Microfilaria Bancrofti* (voir fig. 3), habite le plasma sanguin et se présente sous l'aspect d'un ver très mince, ayant à peu près le diamètre d'un globule rouge et 0.3 mm. environ de longueur, enfermé dans une gaine très délicate. Ces microfilaires ont une très curieuse propriété, celle de la périodicité. Ils sont abondants la nuit dans le sang périphérique et en disparaissent durant le jour, se réfugiant dans les poumons et les gros vaisseaux sanguins. Manson (137) dit qu'à minuit il n'est pas rare de trouver de 300 à 600 de ces microfilaires nocturnes dans chaque goutte de sang.

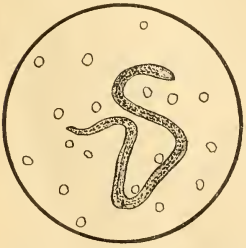


Fig. 3. — La filariose. — *Microfilaria Bancrofti*, dans le sang humain. — Très fortement agrandi. (D'après W. B. Herms.)

Les filaires adultes sont des vers très minces, semblables à des cheveux, habitant les conduits et les glandes lymphatiques. Les mâles mesurent environ 40 mm. de longueur et les femelles de 85 à 90 mm. Ces dernières sont ovovivipares et expulsent des myriades de microfilaires dans les sinus lymphatiques. Ceux-ci, peu après, envahissent le sang,

(*) D'autres espèces de Stegomyia ont également été signalées au Congo belge et dans les colonies africaines voisines. Ce sont : *Stegomyia africana*, Theob. (Congo, etc.) ;*S. luteocephala*, Newst. (Congo, etc.) ; *S. poweri*, Theob. (Congo, etc.) ; *S. albomarginata*, Newst. (Congo); *S. sugens*, Wied. (Angola, etc.); *S. pseudonigeria*, Theob. (Angola) ; *S. apicoargentea*, Theob. (Ouganda, etc.) ; *S. frascri*, (Ouganda) ; *S. simpsoni*, Theob. (Angola, etc.); *S. metallica*, Theob. (Afrique occidentale, Soudan); *S. unilineata* (Côte d'Or) et *S. argentoventralis*, Theob. (Afrique occidentale).

occupant donc surtout les poumons le jour, et les vaisseaux périphériques la nuit.

Il est évident que l'envahissement nocturne du sang périphérique, par des milliers et des milliers de microfilaires, offre à ces organismes une excellente occasion de passage dans le corps des insectes suceurs de sang et principalement des moustiques.

Une fois parvenus dans l'estomac de ces derniers, ces embryons perdent leur gaine ; ils émigrent ensuite dans les muscles thoraciques, où ils poursuivent leur évolution et, au bout d'un laps de temps, variable suivant la température ambiante et l'espèce de moustique, deviennent des larves, qui se frayent un chemin vers le labium ou gaine de la trompe, où elles s'accumulent. Quant le moustique pique l'homme, la gaine de la trompe, bourrée de larves, se rompt et ces dernières pénètrent à travers la peau et gagnent les vaisseaux lymphatiques où elles se développent, se différencient en mâles et femelles et s'accouplent.

Plusieurs espèces de moustiques, dont certains *Anopheles* qui disséminent également la malaria, peuvent servir de moyen de transport aux embryons de filaires. Voici, d'après le guide spécial n° 7 du British Museum (Natural History), une liste des espèces de moustiques, connues comme propageant les diverses formes de filariose. Les espèces africaines y sont marquées par un astérisque :

**Anopheles maculipennis*, Mg. ; *A. (Myzorhynchus) sinensis*. Wied, var. *nigerrimus*, Giles et var. *minutus*, Theob. ; *A. (Myzomyia) rossii*, Giles ; **A. (M.) funestus*, Giles ; **A. (Pyretophorus) costalis*, Loew. ; *A. (Cellia) argyrotarsis*, Rob. Desv. ; **Culex fatigans*, Wied ; **Stegomyia fasciata*, Fabr. ; *Stegomyia pseudo-scutellaris*, Theob ; **Mansonoides uniformis*, Theob. ; *Taeniorhynchus titillans*, Walk. et *T. pseudotitillans*, Theob.

Le plus important de ces moustiques, au point de vue de la transmission de la filariose, paraît être *Culex fatigans*, Wied., qui est largement et abondamment répandu dans les régions tropicales et subtropicales (*) (voir fig. 28).

Autres maladies transmises par les moustiques. La Dengue est également transmise par les moustiques. C'est une maladie épidémique, infectieuse, semblable à l'influenza, qui règne dans les régions tropicales et subtropicales. Elle existe au Congo belge.

Ses caractères sont une fièvre aiguë, qui débute soudainement, après un à trois jours d'incubation et est accompagnée de douleurs musculaires, articulaires et lombaires et de céphalalgie. Cette maladie est bénigne, de courte durée, et est produite par un virus invisible, filtrant, qui envahit le sang et y est introduit par la piqûre de certains moustiques, notamment *Culex fatigans*, Wied. *(quinquefasciatus*, Say) et *Stegomyia fasciata*, F. (**).

(*) Suivant Curwen H. (44) et Aders W. M. (2), à Zanzibar, *Culex fatigans* fréquente surtout les vieilles agglomérations arabes. Il y est l'agent de transmission de *Microfilaria Bancrofti*. Trente pour cent environ de la population indigène sont atteints de filariose.

(**) En Australie (Queensland et Nouvelle-Galles du Sud), la dengue est transmise par *Stegomyia fasciata* et la filariose par *Culex fatigans*. (Voir J. B. Cleland, B. Bradley et W. Mc Donald, dans *Med. Jl. Australia*, Sydney, n°s 10-11, 2-9 sept. 1916 et 7th *Rept. Microbiol. Lab. for* 1916, pp. 185-232).

Enfin, comme l'a prouvé Sir Arnold Theiler, il est presque certain que les moustiques sont des agents de propagation de la « Horse Sickness » ou maladie des chevaux de l'Afrique du Sud, et il est fort possible que ces insectes transmettent encore les germes d'autres maladies affectant l'homme ou les animaux domestiques (*).

* * *

Nous croyons avoir suffisamment démontré le danger que présentent les moustiques. Il est donc essentiel qu'au Congo, nos agents, nos colons et nos planteurs, de même du reste que toute la population blanche de la Colonie, apprennent à se prémunir contre leurs attaques. C'est là une mesure d'hygiène générale, qui est intimement liée au développement économique et agricole du territoire.

Il ne suffit pas, en effet, de traiter les personnes atteintes de malaria, mais il faut empêcher que cette maladie ne se propage et ne soit communiquée aux personnes saines. Or, si les mesures curatives sont exclusivement du domaine de la médecine, il n'en est plus ainsi, lorsqu'il s'agit de combattre l'agent de transmission du mal, le moustique. La collaboration de l'hygiéniste et celle de l'entomologiste sont alors indispensables.

Celle de l'entomologiste surtout, car ce n'est que grâce à la connaissance presque parfaite qu'on a acquise actuellement de l'histoire naturelle des moustiques propagateurs des maladies : *Anopheles*, *Stegomyia*, *Culex*, qu'on est parvenu à découvrir et à introduire dans la pratique, une grande variété de moyens tendant à détruire ces insectes ou tout au moins à éviter leurs piqûres.

La description des procédés efficaces de protection et de lutte contre les moustiques, dont l'adoption est à conseiller dans notre Colonie, a fait l'objet principal du présent travail, et le chapitre III lui est entièrement consacré.

Mais pour bien comprendre les principes sur lesquels sont basés ces moyens préventifs, il faut que le lecteur acquiert au préalable, une connaissance suffisante de l'histoire naturelle des Culicides, c'est-à-dire de la façon dont ils vivent, se nourrissent, se reproduisent et se développent. C'est pourquoi, nous avons donné, dans le chapitre II, un aperçu de la morphologie et de la biologie de ces insectes.

D'autre part, dans le chapitre IV, nous exposons brièvement les résultats magnifiques obtenus à Cuba et à Panama, grâce à une lutte énergique contre les moustiques, et enfin, dans le dernier chapitre, nous donnons quelques indications utiles pour les personnes qui désirent faire des recherches sur la biologie et la distribution des moustiques dans notre Colonie.

(*) M. E. Blanchard (19) rappelle à ce sujet que le *Stegomyia fasciata* est considéré comme un agent possible de transmission mécanique du trypanosome de la maladie du sommeil.

CHAPITRE II.

DESCRIPTION ET MŒURS DES MOUSTIQUES

(Morphologie et Biologie.)

Ce chapitre contient en premier lieu quelques indications générales sur l'aspect des moustiques, leur classification et les caractères distinctifs des espèces qui nous intéressent. Vient ensuite l'étude de l'histoire naturelle de ces insectes, divisée en deux parties. La première, consacrée à l'évolution des moustiques, c'est-à-dire au développement des stades larvaires : œufs, larves et pupes et la seconde aux mœurs des individus adultes.

A. — ASPECT ET CARACTÈRES DISTINCTIFS DES MOUSTIQUES.

Que sont les moustiques ? Les moustiques, ou plus vulgairement les cousins, sont de petites mouches à deux ailes, appartenant à l'ordre des Diptères et à la famille des *Culicidæ*.

Cet ordre des Diptères groupe toutes les mouches à deux ailes transparentes et membraneuses, dont le type le plus connu est la mouche domestique. Ces insectes subissent des métamorphoses complètes, c.-à-d. que leurs stades jeunes sont entièrement différents de l'insecte adulte ou mouche. Cette dernière pond des œufs, d'où éclosent des vers ou larves apodes, c.-à-d. sans pattes. Après une période d'alimentation et de développement, ces larves se transforment en pupes ou nymphes qui, dans la plupart des cas, sont totalement immobiles. Au bout d'un temps variable, les adultes sortent des pupes, s'accouplent et de nouveaux œufs sont pondus par les femelles. Ceux-ci donnent à nouveau naissance à des larves, et ainsi le cycle vital de l'insecte est complété.

Quels sont les caractères particuliers des moustiques ? A l'état adulte, les moustiques se distinguent suffisamment par les caractères suivants (voir fig. 4) : leur petite taille ; leur grande trompe ou organe suceur, munie d'organes piqueurs (stylets) ; leurs deux palpes maxillaires plus ou moins développées; leurs antennes longues, minces ou plumeuses ; leur corps allongé ; leurs pattes longues et grêles, terminées par un tarse à cinq articles de plus en plus courts et dont le dernier porte deux griffes, tantôt égales, tantôt inégales, et, enfin, leurs deux ailes membraneuses, transparentes, à nervures recouvertes de petites écailles minuscules, visibles à la loupe (*). Deux petits organes spéciaux, en forme de massue, les haltères ou balanciers, sont insérés de chaque côté de l'extrémité du

(*) Ces petites écailles recouvrent également le corps des moustiques. Elles présentent de grandes modifications de forme et de disposition suivant les espèces et sont donc très utiles pour la classification.

thorax, à la place de la seconde paire d'ailes. L'on pourra se rendre compte de leur forme, en examinant la fig. 22 (*).

Il n'y a pas beaucoup d'autres Diptères qui ressemblent aux moustiques. Seuls les vrais moucherons (famille des *Chironomidae)*, les moucherons des champignons *(Mycetophilidae)* et les Tipules *(Tipulidae)*, ont une apparence à peu près semblable, mais la confusion n'est vraiment possible qu'avec certains moucherons ou Chironomides(**).

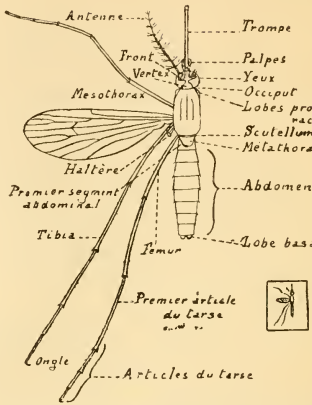


Fig. 4. — Aspect extérieur d'un moustique *(Culex* femelle). — Dessin schématique montrant les différentes parties du corps. — Dans le coin de droite, le moustique grandeur naturelle.

Les membres de toutes les autres familles de Diptères sont de formes très variées et un bon nombre d'entre eux ressemblent plus ou moins à la mouche domestique *(Musca domestica)*. Parmi les types les plus connus, citons la grosse mouche bleue ou mouche à viande *(Calliphora)*, les mouches tsétsés *(Glossinae)*, les mouches de cheval ou taons *(Tabanidae)*, les oestres *(Œstridae)*, les mouches planantes *(Syrphidae)*, les mouches bourdons (*Bombylidae)*, les *Asilidae*, etc.

Quelle est la nourriture des moustiques adultes?

Nul n'ignore, — car qui n'a pas été piqué par les moustiques ou cousins, même sous nos climats tempérés — que les moustiques se nourrissent avidement de sang (***). Ce qu'on sait moins, c'est que, chez ces insectes, *l'habitude de sucer le sang est particulière au sexe femelle*. Les femelles de moustiques ont, en fait, besoin de sang pour le développement de leurs œufs. Toujours, les mâles sont inoffensifs et se nourrissent du suc des plantes (****).

(*) Les haltères aident à maintenir le corps de l'insecte en équilibre durant le vol ; on suppose qu'ils agissent aussi comme organes des sens. Ils peuvent, comme les ailes, exécuter des vibrations rapides.

(**) On confond cependant aussi assez souvent avec les moustiques, les membres de la famille des *Tipulidae* (« Daddy long legs, » des Anglais). Les espèces les plus communes de tipules se caractérisent d'habitude par la présence, sur le dos du thorax, d'une suture en forme de V et par leurs pièces de la trompe émoussées, non perforantes. Les ailes sont presque toujours dépourvues d'écailles ou de poils.

(***) Tous les moustiques ne sucent cependant pas le sang ; les *Megarhinini*, par exemple, en sont incapables. Beaucoup de moustiques des espèces hématophages n'ont jamais l'occasion d'obtenir une ration sanguine et sont probablement forcés de se nourrir du nectar des fleurs, du suc des plantes, etc. Tel est le cas, par exemple, pour les moustiques vivant dans les régions arctiques. Pour quelques formes cependant, telles *Stegomyia fasciata*, le sang paraît absolument nécessaire à la propagation de l'espèce.

(****) Il n'y a, en effet, aucune preuve certaine que des mâles puissent piquer l'homme et leur innocuité est généralement admise.

D'après Manson (137), les moustiques femelles se gorgent non seulement sur l'homme, les mammifères et les oiseaux, mais encore parfois sur les reptiles, les poissons et même sur d'autres insectes et leurs larves.

Les moustiques sont-ils les seuls Diptères suceurs de sang ?

Les moustiques ne sont pas, à beaucoup près, les seuls Diptères hématophages ou suceurs de sang. L'ordre compte également certains moucherons hématophages de la sous-famille des *Ceratopogoninae* (famille des *Chironomidae)*, les mouches de sable du genre *Simulium (Simuliidae)*, les Phlebotomes *(Psychodidae)*, les Taons *(Tabanidae*, les mouches Tsé-tsés *(Glossinae)*, les mouches d'étable *(Stomoxys)*, les *Lyperosia*, *Haematobia*, *Stygeromyia*, *etc.*, enfin, les Hippobosques *(Hippoboscidae)*, mouches spécialement adaptées à une vie parasitaire sur les mammifères et les oiseaux. A l'état parfait, les mâles et femelles de *Glossina*, *Stomoxys*, *Lyperosia*, *Haematobia*, *Stygeromyia* et *Hippoboscidae* sucent le sang. Chez les *Ceratopogoninae*, *Simulium*, *Phlebotomus*, *Tabanidae*, les femelles seules sont hématophages.

Comment peut-on distinguer les moustiques des moucherons ?

Les seuls Diptères suceurs de sang qui ressemblent plus ou moins aux moustiques, sont certains moucherons de la famille des *Chironomidae*. Les autres Diptères hématophages sont suffisamment différents, pour rendre toute erreur impossible.

Tout le monde connaît les essaims de moucherons qui, chez nous, d'avril en août, voltigent par les beaux soirs et font présager, d'après la croyance populaire, du beau temps pour le lendemain. Ces essaims sont exclusivement composés de mâles qui attendent les femelles. Aussitôt qu'une de celles-ci s'approche de la bande, l'union sexuelle se produit, et le couple s'éloigne.

Fig. 5. — Un moucheron suceur de sang de l'Ouganda : *Culicoides brucei*, Austen, de la famille des *Chironomidae*. — Agrandi douze fois.

Ces moucherons sont, en règle générale, complètement inoffensifs ; seul chez les genres *Culicoides* et *Ceratopogon* (sous-famille des *Ceratopogoninae)* (voir fig. 5), on rencontre des femelles avides de se nourrir de sang (*).

Les différences les plus saillantes entre les individus adultes de moustiques et de moucherons sont les suivantes :

MOUSTIQUES *(Culicidae)*	MOUCHERONS *(Chironomidae)*
Trompe longue.	Trompe courte, à peine visible.
Ailes à nervures couvertes d'écailles; bord postérieur des ailes, avec longue frange d'écailles allongées, plumeuses.	Ailes nues ou uniformément revêtues de poils fins.
Pattes *postérieures* levées au repos.	Pattes *antérieures* levées au repos.

(*) On connaît actuellement plus de cinquante espèces de *Ceratopogon* de l'Europe, de l'Amérique, des Indes et de l'Australie. D'après Austen, *Ceratopogon (Forcipomyia) castaneus* Walk est un moucheron hématophage, commun en Nigérie du Sud.

Le genre *Culicoides* compte environ 80 espèces, répandues dans diverses parties du monde. *Culicoides brucei* Austen, se rencontre dans l'Ouganda. La femelle, représentée fig. 5, suce le sang.

Les larves des moucherons sont aquatiques ou terrestres ; toutes les larves des moustiques sont exclusivement aquatiques. Les larves des moucherons, qui vivent dans l'eau, sont vermiformes, à tête longue et étroite, à coloration rougeâtre ou blanchâtre. Un simple examen de la figure 6, qui représente la larve du *Chironomus plumosus*, une espèce de moucheron fort commune en Belgique, montrera mieux qu'une longue description, combien elle diffère d'aspect des larves de moustiques. (Comparez avec fig. 34).

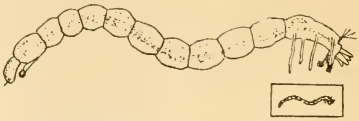


Fig. 6. — La larve aquatique d'un moucheron : le Chironome plumeux, fortement agrandie. — En dessous, dimensions naturelles. — Comparez avec une larve de moustique (voir fig. 34). (D'apr. le Dr F. Brocher.)

Comment peut-on distinguer les sexes chez les moustiques adultes ?

Etant donné que probablement chez tous les moustiques (et par conséquent chez toutes les espèces susceptibles de transmettre les fièvres), c'est la femelle seule qui suce le sang, il est nécessaire de savoir quels sont les caractères qui permettent de distinguer les sexes chez ces insectes (voir figures 7 à 10.)

Fig. 7. — Différences entre mâle et femelle d'*Anopheles (Anopheles quadrimaculatus)*. — A gauche, le mâle, avec les antennes plumeuses et les palpes maxillaires à dernier article divergent et couvert de poils. — A droite, la femelle, avec les antennes filiformes, à touffes de poils très courts et les palpes maxillaires droites, parallèles à la trompe sur toute sa longueur. — En dessous, un moustique grandeur naturelle. (D'après M. L. O. Howard.)

Ordinairement les moustiques mâles ont des antennes plumeuses, formant des touffes sur le devant de la tête (sauf chez certains genres, tels que *Deinocerites* et *Sabethes*, chez lesquels les antennes des mâles ne sont pas plumeuses). Les antennes des moustiques femelles sont, par contre, longues, filiformes et presque glabres, n'ayant que des touffes de poils très courts à la base des articles.

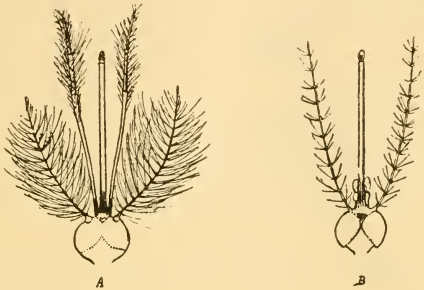


Fig. 8. — Têtes de *Culex* mâle (A) et femelle (B). — Voir les différences dans les antennes et les palpes maxillaires. (D'après Patton et Cragg.)

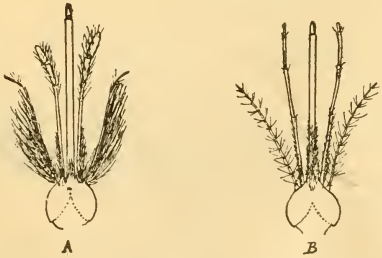


Fig. 9. — Têtes d'*Anopheles* mâle (A) et femelle (B.).— Voir les différences dans les antennes et les palpes maxillaires. (D'après Patton et Cragg.)

Un autre caractère différenciel se trouve dans les palpes maxillaires, fort visibles des deux côtés de la trompe. Chez les *Culex* et *Stegomyia*, les palpes maxillaires de la femelle sont très courtes et très simples ; celles du mâle sont plus longues que la trompe et ont quelque peu l'apparence de brosses (voir fig. 8). Il n'y a toutefois pas de touffes de poils distinctes sur les palpes du mâle de *Stegomyia*.

Chez les *Anopheles* des deux sexes, les palpes maxillaires sont aussi longues que la trompe, mais chez le mâle, l'article terminal est renflé, couvert de poils et est divergent, tandis que chez la femelle, les palpes sont droites, filiformes et absolument parallèles à la trompe sur toute sa longueur (voir figures 9 et 10.)

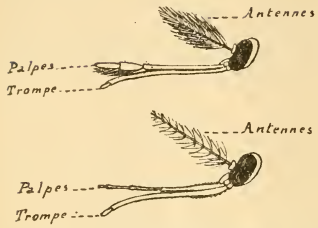


Fig. 10. — Têtes d'Anopheles vues latéralement. — En haut, mâle, en bas, femelle, montrant les différences dans les antennes et les palpes maxillaires.

Au point de vue de l'aspect extérieur des organes génitaux, le mâle de moustique présente une armature génitale, qui sert à maintenir la femelle pendant l'accouplement ; cette dernière possède un oviscape.

Comment piquent les moustiques ?

Comme on peut le voir par la figure 11, qui représente une tête d'*Anopheles* femelle, dont toutes les pièces de la trompe sont bien séparées pour mieux se rendre compte de leur aspect, et par la fig. 12, qui représente une coupe de la trompe des moustiques, celle-ci se

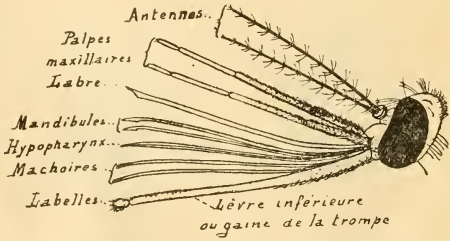


Fig. 11. — Dessin schématique, montrant toutes les pièces de la trompe d'un moustique *Anopheles* femelle. (D'après Manson.)

compose d'une lèvre inférieure ou gaine de la trompe (labium), qui loge les six organes perforateurs ou stylets, c'est-à-dire deux mandibules, deux mâchoires, l'épipharynx ou labre et l'hypopharynx.

L'épipharynx ou labre, généralement long, mince et pointu, est parcouru à sa face inférieure par une rainure, dans laquelle s'emboîte l'hypopharynx, inséré immédiatement en dessous ; ces deux organes forment l'appareil suceur ; la salive venimeuse est injectée par un

canal situé dans l'hypopharynx. Les deux mâchoires et les deux mandibules sont d'égale longueur ; les extrémités des mâchoires et parfois celles des mandibules, sont pourvues de dents fines.

De chaque côté de la trompe, l'on remarque les palpes maxillaires, dont nous avons déjà parlé plus haut.

Lorsque le moustique femelle pique, la lèvre inférieure ou labium, qui est munie, à son extrémité, de deux lobes charnus, les labelles, ne pénètre pas dans la peau, mais forme une boucle sous la tête de l'insecte. Les stylets sont ainsi dégagés de leur fourreau, tout en restant guidés par les labelles appliqués sur le tégument. La fig. 13 nous montre la tête d'une femelle de moustique occupée à piquer. En A, l'on voit l'aspect de la trompe au début de l'opération ; en B, la disposition des différentes parties, lorsque les stylets ont pénétré quelque peu dans la peau.

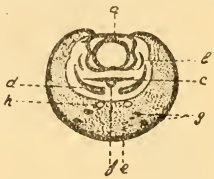


Fig. 12. — Coupe schématique de la trompe d'un moustique *Anopheles* femelle. — *a.* labre ou épipharynx; *b.* mandibules; *c.* hypopharynx; *d.* mâchoires; *e.* lèvre inférieure ou gaine de la trompe; *f.* canal salivaire; *g.* muscles; *h.* trachées. (D'après Nutall et Shipley.)

Fig. 13.— Dessin schématique, représentant un moustique femelle occupé à piquer. — En A, les stylets commencent à pénétrer dans la peau; la gaine de la trompe ou lèvre inférieure s'incurve. — En B, la pénétration est complète; la gaine forme boucle. — Remarquez les labelles qui dirigent les stylets.

Pendant toute la succion, qui dure d'une à trois minutes, les moustiques évacuent, par l'anus, à différentes reprises, un liquide clair.

Chez les moustiques mâles, les mandibules sont absentes ; les mâchoires sont très courtes et ne peuvent être utilisées comme instruments perforants.

Quels sont les caractères intéressants de l'anatomie des moustiques ?

Seul, l'appareil digestif des moustiques présente de l'intérêt, au point de vue qui nous occupe (voir fig. 14). Le tube alimentaire peut être divisé en trois parties. La partie antérieure comprend d'abord un *pharynx* (*b*) très musculeux, situé dans la tête du moustique et qui constitue l'appareil qui aspire le sang par le tube formé par l'épipharynx et l'hypopharynx. Il est suivi de l'*œsophage (c)* avec trois jabots accessoires *(d)*, servant de réservoirs alimentaires. Vient ensuite la partie moyenne, c'est-à-dire l'estomac vrai *(i)*, qui est

étroite antérieurement et en forme de sac postérieurement ; elle occupe le thorax et une bonne partie de l'abdomen et est séparée de la portion postérieure du tube digestif, par l'insertion des tubes de Malpighi *(i)*. Enfin, l'*intestin proprement dit (k, l, m)*, qui forme la partie terminale, est recourbé sur lui-même et prend fin par le *rectum*.

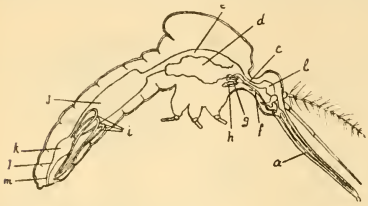


Fig. 14. — Coupe schématique d'un moustique adulte, montrant la disposition anatomique du tube digestif. — *a*) trompe. — *b*) pharynx. — *c*) œsophage. — *d*) un des trois diverticulum ou jabots accessoires. — *e*) partie étroite de l'estomac. — *f*) canal salivaire. — *g*) réservoir salivaire. — *h*) glandes salivaires. — *i*) tubes de Malpighi. — *j*) partie renflée de l'estomac. — *k*) *l*) *m*) intestin proprement dit. (Reproduit d'après M.W.-B. Herms.)

Comme organes annexes du tube digestif, nous avons :

1° — Les *glandes salivaires (h)*, au nombre de deux séries et qui sont logées dans la partie antérieure du thorax ; chaque série est formée de trois glandes qui se vident dans un conduit commun, lequel, en se combinant avec le conduit de la série opposée, forme le canal salivaire *(f)*, passant au travers de la tête et aboutissant à l'hypopharynx ; 2° — les *tubes* de Malpighi *(i)*, au nombre de cinq, et qui constituent l'appareil excréteur.

L'appareil reproducteur de la femelle de moustique est situé dans la partie postérieure de l'abdomen; il se compose de deux *ovaires* et de deux *oviductes* et se termine dans le *vagin*. Les *spermatèques* (*) sont présents et, chez une femelle fécondée, contiennent des myriades de spermatozoaires. Lorsque les ovaires sont mûrs, ils occupent la plus grande partie de l'abdomen.

Comment classe-t-on les moustiques?

Divers caractères distinctifs ont été utilisés par les auteurs, pour la classification des moustiques. Le système de nervation des ailes n'a d'importance qu'au point de vue de la famille. Les distances relatives entre les nervures transversales, les points de bifurcation, n'ont qu'une valeur spécifique. La nervation des ailes des *Culicidae* est très constante, le seul caractère de quelqu'importance étant la longueur de la première cellule fourchue. Chez les *Megarhininae* et les *Uranotaeninae*, cette cellule est très courte.

D'autres caractères de plus d'importance se trouvent dans les *écailles*. Celles de la tête et du corps sont de plusieurs variétés (voir fig. 16). La structure de ces écailles et leur arrangement sur la tête, le thorax, l'abdomen et les ailes, constituent un bon moyen de différenciation (voir fig. 17). Enfin, les ongles ou griffes des tarses ont également été utilisés pour la classification.

Il ne nous appartient pas d'entrer ici dans le détail des classifica-

(*) Un seul spermathèque chez les femelles d'*Anopheles*, trois chez celles de *Culex* et de *Stegomyia*.

tions établies par les divers entomologistes. Theobald (203), qui a

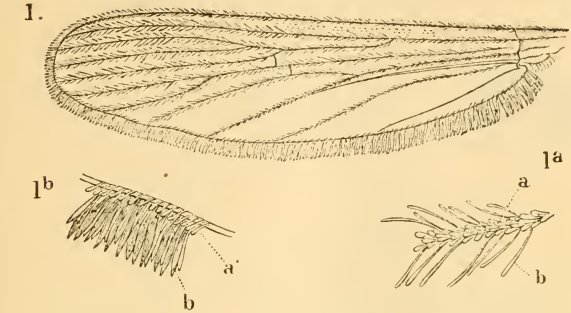


Fig. 15. — Aile de moustique *(Culex pipiens)* fortement agrandie (×16), montrant la nervation :
1a). Portion de nervure (deuxième longitudinale) fortement agrandie, pour montrer le revêtement d'écailles : *(a)* écailles médianes; *(b)* écailles latérales.
1b). Portion du bord postérieur de l'aile, fortement agrandie pour montrer la frange : *(a)* écailles du bord; *(b)* écailles de la frange.

fait de grands travaux sur les moustiques, les divise en dix sous-familles : *Anophelinae*, *Megarhininae*, *Culicinae*, *Heptaphlebomyinae*, *Aedinae*, *Uranotaeninae*, *Deinoceratinae*, *Trichoprosopninae*, *Dendromyinae* et *Limatinae*. Ces dix sous-familles groupent plus de cent genres.

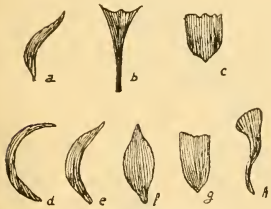


Fig. 16. — Quelques formes d'écailles de moustiques. — *a.b.c.* écailles de la tête. — *d. e. f. g. h.* écailles du thorax. (D'après Stephens et Christophers.)

Il nous semble cependant intéressant de dire quelques mots de la classification adoptée en 1912 par M. F. W. Edwards, B. A., F. E. S. (58-59) du British Museum (Natural Hystory) de Londres. Elle a, en effet, été établie en se basant sur l'*étude systématique des moustiques africains*.

M. F. W. Edwards groupe l'énorme majorité des espèces de moustiques, dans la sous-famille des *Culicinae*. Sont seuls exceptés, les genre *Chaoborus (Corethra)* et *Dixa* (*).

Les *Culicinae* comprennent quatre tribus : celles des *Anophelini*, des *Megarhinini*, des *Culicini* et des *Sabethini ;* seules celles des *Anophelini* et des *Culicini* sont importantes.

La tribu des *Anophelini* se subdivise à son tour en un genre : *Ano-*

(*) *Chaoborus* et *Dixa* ne sont pas des moustiques. Ils peuvent être placés dans la famille des *Culicidae*, mais ne possèdent pas une trompe longue et distincte, propre à percer. S'ils sont inclus dans la famille, les vrais moustiques sont limités à la sous-famille des *Culicinae*.

pheles et un certain nombre de groupes d'espèces : *Myzomyia*, *Myzorhynchus*, *Nyssorhynchus*, *Cellia*, *Neocellia*, *Pyretophorus*, *Christya* et *Feltinella* ; elle comprend en tout (1912), 42 espèces africaines.

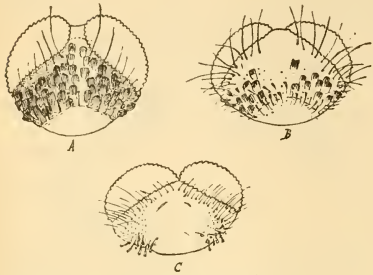


Fig. 17. — Têtes de moustiques, montrant l'arrangement des écailles :
En *A*, tête de *Stegomyia*;
En *B*, tête de *Culex*;
En *C*, tête d'*Anopheles*.
(D'après Stephens et Christophers.)

La tribu des *Culicini* comprend 20 genres, représentés en Afrique par une centaine d'espèces (1912). Le genre *Stegomyia* compte 12 espèces et le genre *Culex* 29 espèces africaines. D'autres genres importants pour l'Afrique sont : *Ochlerotatus* (29 espèces) et *Uranotaenia* (14 espèces). Viennent ensuite : *Mucidus*, *Banksinella*, *Howardina*, *Mansonioides*, *Aedomyia*, *Taeniorhynchus*, *Mimomyia*, *Ingramia*, *Harpagomyia*, etc., qui ne comptent chacun qu'un petit nombre d'espèces africaines.

Quelles sont les principales différences entre les moustiques Anopheles et Culex ?

Point n'est besoin de donner ici les caractères distinctifs des nombreux genres de moustiques que nous venons de citer. Les seuls caractères qui intéressent, au point de vue pratique, sont ceux qui permettent de distinguer les mous-

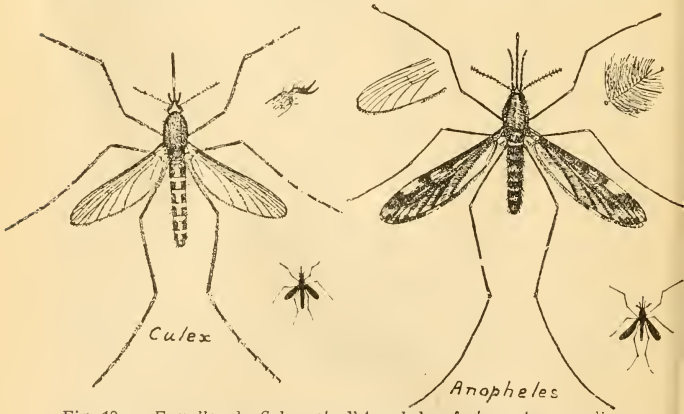


Fig. 18. — Femelles de *Culex* et d'*Anopheles* fortement agrandies. — Remarquez : 1° les ailes tachetées chez l'*Anopheles*, claires chez le *Culex*; 2° les palpes maxillaires aussi longues que la trompe chez l'*Anopheles* et très courtes chez le *Culex*. — Sur le côté, les deux moustiques grandeur naturelle. (D'après L. O. Howard.)

tiques *Anopheles* des autres moustiques. Nous savons, en effet, que les moustiques qui servent d'agents de transmission à la malaria appartiennent tous au groupe des *Anopheles*. Par contre, la majorité des moustiques domestiques, trouvés dans les habitations, fort désagréables par leurs piqûres, mais qui ne transmettent pas de maladies, sont des membres du groupe des *Culicines*. A ce groupe, appartiennent toutefois : *Stegomyia fasciata* (=*Aedes calopus*), le moustique de la fièvre jaune, et *Culex fatigans*, le principal agent de transmission de la filariose.

Voyons donc comment se différencient les individus adultes d'*Anopheles* de ceux de *Culex*.

La figure 18, reproduite d'après M. L. O. Howard, permet de comparer une femelle de *Culex* à une femelle d'*Anopheles*.

Une première différence se voit dans les ailes. Celles de la femelle de *Culex* sont ordinairement claires, sans taches ; celles de la femelle d'*Anopheles* sont presque toujours plus ou moins tachetées (*). De même, les palpes maxillaires, situées des deux côtés de la trompe, diffèrent chez les deux types ; elles sont courtes chez *Culex* femelle, presque aussi allongées que la trompe chez *Anopheles femelle* (voir aussi fig. 8 et 9).

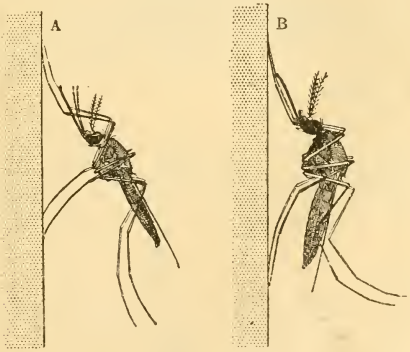


Fig. 19. — Position de repos des moustiques adultes. — (Dimensions quadruplées.)

En *A*, *Anopheles* au repos, le corps formant un angle avec la surface du mur, la trompe, le thorax et l'abdomen étant en ligne droite.

En *B*, *Culex* au repos, le corps parallèle à la surface du mur. L'aspect est bossu, le thorax est voûté et la ligne de la trompe forme un certain angle avec l'axe de la partie postérieure du corps.

Un troisième caractère distinctif, très tranché, se trouve dans l'attitude des deux insectes au repos, représentée dans la fig. 19, A et B (A, femelle de l'*Anopheles maculipennis* au repos ; B, femelle du *Culex pipiens* au repos).

(*) Il y a cependant des exceptions : ainsi le *Culex mimeticus* a des ailes tachetées, tout comme les *Anopheles*, et par contre l'*Anopheles bifurcatus*, a des ailes sans taches, comme un vulgaire *Culex*.

Dans cette attitude, les *Anopheles* se tiennent obliquement par rapport au plan sur lequel ils sont posés. La trompe, le thorax et l'abdomen sont placés en ligne droite et cette ligne fait un certain angle avec le plan de support.

Par contre, en général tout au moins, les *Culex* au repos ont l'abdomen plus ou moins parallèle à leur support. Vus latéralement, ils ont un aspect quelque peu bossu, le thorax étant voûté et la ligne de la trompe formant un certain angle avec l'axe de la partie postérieure du corps.

Enfin, une dernière différence se trouve dans le revêtement de l'abdomen de ces deux catégories de moustiques : l'abdomen, chez les *Culex*, est complètement recouvert d'écailles analogues à celles de l'aile d'un papillon, certaines de ces écailles formant, chez nombre d'espèces, des bandes transversales blanches très nettes, à la base de chaque segment. Chez les *Anopheles*, par contre, l'abdomen ne possède souvent pas d'écailles distinctes et est, par conséquent, sans marques bien définies (*).

Pour permettre de déterminer rapidement la présence d'*Anopheles* dans une localité contaminée par la malaria ou susceptible de l'être, nous avons résumé, dans le tableau ci-dessous, les principaux caractères qui distinguent ces moustiques des *Culex*. Nous y avons joint les différences que présentent les œufs, les larves, ainsi que les lieux de développement de ces deux catégories d'insectes. De plus amples détails seront donnés, à ce sujet, lorsque nous parlerons de l'évolution des moustiques.

ANOPHELES	CULEX
Adultes (voir fig. 18).	*Adultes* (voir fig. 18).
Ailes ordinairement tachetées.	Ailes claires, ordinairement sans taches.
Palpes maxillaires aussi longues que la trompe chez les deux sexes.	Palpes maxillaires beaucoup plus courtes que la trompe chez la femelle; longues chez le mâle.
Abdomen souvent sans marques bien définies.	Abdomen souvent marqué de bandes.
Attitude au repos : le corps formant un angle avec la surface du mur (voir fig. 19).	Attitude au repos : le corps parallèle à la surface du mur ou touchant presque celle-ci (voir fig.19).
Œufs.	*Œufs.*
Œufs déposés séparément sur l'eau (voir fig. 32).	Œufs flottant en une masse semblable à un radeau, formée de plusieurs centaines d'œufs placés les uns à côté des autres, leur extrémité la plus pointue dirigée vers le haut (voir fig. 35).
Larves.	*Larves.*
Tubes respiratoires presque nuls, réduits à une protubérance.	Longs tubes respiratoires (siphon) à l'extrémité du corps.
Au repos : corps étendu horizontalement sous la surface de l'eau et lui étant parallèle (voir fig. 37).	Au repos : corps suspendu sous la surface de l'eau, la tête en bas, dans une position se rapprochant plus ou moins de la verticale. (voir fig. 37).

(*) Divers *Anopheles* ont cependant l'abdomen presque couvert d'écailles, par ex.: *A. (Neocellia) Stephensi, A. (Cellia) pharoensis, A (Arribalzagia) maculipes*, etc.

Pupes.
Trompettes respiratoires souvent à large ouverture. Suspension semi-horizontale à la surface de l'eau (voir fig. 40).

Lieux de développement des larves.
Mares. — Flaques temporaires d'eau de pluie. — Bord des rivières à cours lent. — Etangs, marais et bord des lacs. — Rigoles, etc.

Pupes.
Trompettes respiratoires d'ordinaire plus minces et relativement plus longues. Suspension verticale à la surface de l'eau (voir fig. 40).

Lieux de développement des larves.
Ordinairement dans les petites accumulations d'eau, dans les parties habitées. — Réservoirs artificiels tels que : tonneaux, boîtes a conserves vides, bouteilles, etc.

Quels sont les principaux caractères du Stegomyia fasciata et du Culex fatigans ?

Comme le *Stegomyia fasciata (calopus)*, ou moustique de la fièvre jaune, existe au Congo belge et qu'il est prudent de le détruire partout où on le rencontre, nous donnons également ci-dessous, en un tableau, les principaux caractères morphologiques et biologiques qui permettent de reconnaître ce moustique.

Fig. 20. — Femelle adulte du *Stegomyia fasciata*, le moustique de la fièvre jaune, dans l'attitude de repos, les pattes de derrière relevées. — Fortement agrandie. — En dessous, la même, grandeur naturelle. (D'après L. O. Howard.)

STEGOMYIA FASCIATA = AEDES CALOPUS, Meig.

Adultes (voir fig. 2 et 20).
Longueur : 4 à 5 mm;
Ailes transparentes;
Palpes maxillaires courtes chez la femelle, longues et annelées de blanc chez le mâle;
Coloration générale foncée. — Thorax avec marques blanc d'argent en forme de lyre à deux cordes. — Abdomen avec bandes blanc d'argent. — Taches de même coloration de chaque côté des segments abdominaux. — Pattes alternativement marquées de noir et de blanc pur (*);
Attitude au repos : le corps parallèle à la surface du mur, comme chez les *Culex*. Les pattes postérieures s'élevant et s'abaissant alternativement;
Aspect au vol : de couleur grise et ressemblant à un brin de duvet.
Œufs (voir fig. 31).
Pondus séparément et déposés sur les parois des récipients, immédiatement au-dessus de la surface de l'eau. Occasionnellement la ponte peut se faire dans des creux d'arbres, dans lesquels de l'eau s'est accumulée.
Larves (voir fig. 38).
Tubes respiratoires assez longs. — Au repos : attitude semblable à celle des larves de *Culex*, mais suspendue plus perpendiculairement sous la surface de l'eau.

(*) Sa coloration et ses marques l'ont fait appeler le moustique tigré ou tigre.

Lieux de développement des larves.

Tous les récipients capables de contenir de l'eau, se trouvant à l'intérieur des habitations ou dans le voisinage immédiat de celles-ci : boîtes à conserves vides, vieilles casseroles, tonneaux, citernes, gouttières, puisards, fosses d'aisance, culs de bouteilles renversées, coquilles vides, coques de noix, pirogues abandonnées, abreuvoirs, auges, etc. Il est à remarquer qu'il suffit à la larve du *Stegomyia*, d'une très petite quantité d'eau pour se développer.

Mœurs du moustique adulte.

Moustique essentiellement domestique, ne quittant pas le voisinage immédiat de l'homme. — Vol puissant et silencieux. — Le moustique femelle est extrêmement prudent et se cache dans tous les coins sombres. — Vole et pique le jour aussi bien que la nuit. — Est fort sensible aux différences de température et est tué par le froid. — Est surtout actif au voisinage de 28°-30° C. — Est facilement distribué au loin par les bateaux et les trains.

Quant à *Culex fatigans*, Wied *(quinquefasciatus*, Say), le moustique qui paraît le plus important au point de vue de la transmission de la filariose, ses caractères morphologiques principaux sont : une taille moyenne (5 mm. environ), une coloration générale d'un brun-rougeâtre ou foncé, avec des pattes foncées et des bandes transversales blanchâtres sur l'abdomen (voir fig. 28). Il est de mœurs domestiques et pique exclusivement la nuit, ce qui facilite la transmission des microfilaires. Sa larve se développe dans n'importe quelle eau fraîche stagnante, qu'elle soit claire ou sale.

B. — EVOLUTION DES MOUSTIQUES.

Description et biologie des œufs, larves et pupes.

Où vivent les larves et pupes de moustiques ?

La vie des larves et pupes de tous les moustiques se passe dans l'eau. Dans l'ensemble, les accumulations d'eau que les moustiques choisissent pour évoluer sont des plus diverses. Pour certaines espèces, elles sont d'un caractère tout à fait spécial, telles les formes qui se développent seulement dans l'eau séjournant dans les creux d'arbres (*), les plantes épiphytes, les urnes (ascidies)

(*) M. W. R. Greening (79) a signalé (1917), qu'à Messina (Transvaal), des larves de moustiques *Anopheles* furent trouvées dans des creux d'arbres, bien après la fin des pluies. Il en était ainsi notamment pour le maroola et le baobab. Un maroola fut abattu, qui contenait une couple de gallons d'eau, dans lesquels les larves pullulaient. D'autre part, des recherches en vue de déterminer la fréquence de l'adoption des creux d'arbres comme lieu de développement des larves d'*Anopheles plumbeus* Steph., ont été faites récemment aux environs de Liverpool, par MM B. Blacklock et H. F. Carter (18), qui viennent d'en publier les résultats (juin 1920). Deux mille cinq cents arbres ont été examinés, jusqu'à une hauteur de 8 mètres, dans le district de Liverpool et dans la forêt de Delamere (Cheshire) ; 83 trous et 51 fourches et crevasses contenant de l'eau furent découverts. Dans 16 cas, ils hébergeaient des larves d'*A. plumbeus* et dans 19 cas des larves d'*Ochlerotatus geniculatus*. En 13 cas, les larves d'*A. plumbeus* et *O. geniculatus* étaient associées. Jusqu'à la hauteur de 2 mètres il fut trouvé 39 places contenant de l'eau, dont 4 avec des larves d'*A. plumbeus* et 6 avec des larves d'*O. geniculatus*. Au dessus de 2 mètres, 95 creux remplis d'eau, dont 12 avec larves d'*A. plumbeus* et 13 avec larves d'*O. geniculatus*.

La plupart des creux contenant des larves appartenaient à des ormes, marronniers d'Inde eu érables sycomores. Les chênes, chataigniers et sapins n'avaient que peu de creux contenant de l'eau et aucune larve n'y fut découverte.

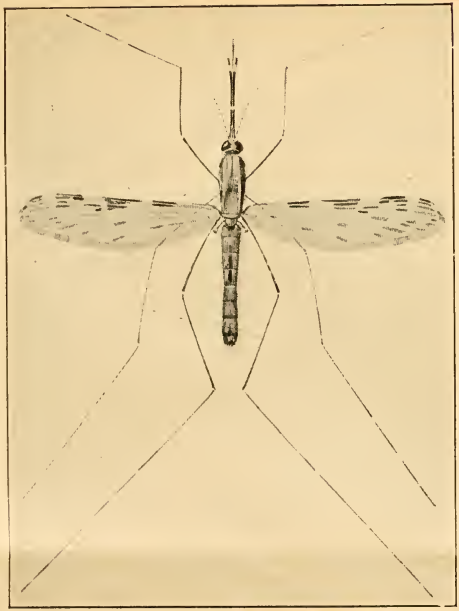


Fig. 21. — Deux femelles d'*Anopheles* africains qui transmettent la malaria. — A gauche, *Anopheles costalis*, Lœw.; à droite, *Anopheles funestus*, Theob. — Ces deux espèces de moustiques sont communes dans toute l'Afrique et se rencontrent, par conséquent, au Congo belge. — Ces insectes sont ici fortement agrandis; ils ont, en réalité, 5 à 6 mm. de longueur. (Clichés extraits de l'ouvrage de M. M. Walter Scott Patton et F.-W. Cragg : *Text Book of medical Entomology*, et reproduits avec l'autorisation des auteurs.)

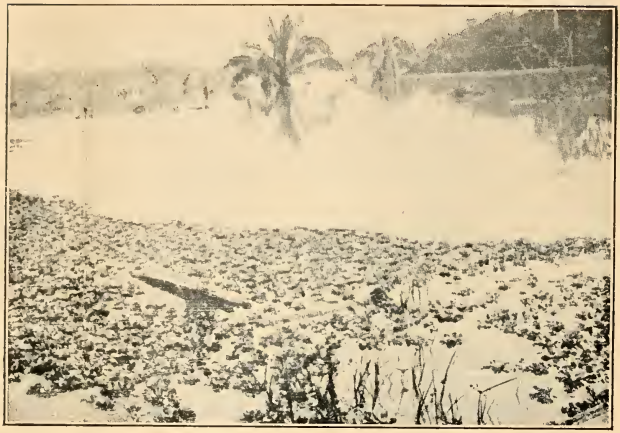


Fig. 22. — Dans la zone du canal de Panama. — Végétation aquatique abritant des larves de moustiques. (Cliché A.-J. Le Prince et J.-A. Orenstein.)

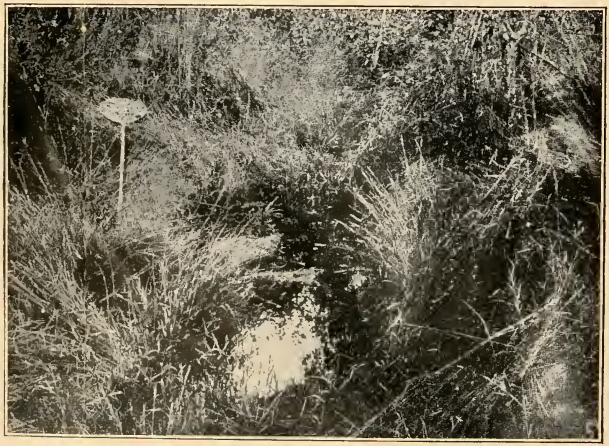


Fig. 23. — En Afrique du Sud. — Un bon endroit pour le développement des larves d'*Anopheles*. — Cachées par les herbes, ces petites mares sont souvent très difficiles à découvrir. (Cliché J.-C. Faure.)

Fig. 24. — En Afrique du Sud. — Pools rocheux à Kaapmuiden, dans le bas Veld. — Dans les endroits où l'eau est tranquille, les larves de moustiques *Anopheles* sont abondantes. (Cliché J.-C. Faure.)

Fig. 25. — Au Congo. — Environs de Léopoldville. — Marais à remblayer. — Un autre gîte à larves d'*Anopheles* de la malaria. (Cliché J.-E. Dutton et J.-L. Todd.)

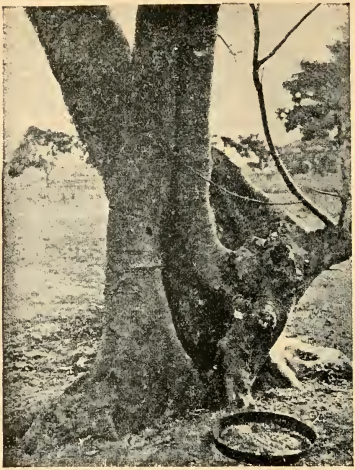


Fig. 26. — A la Côte d'Or. — Arbre creux dans lequel de l'eau s'accumule, servant de gîte aux larves de moustiques. Il y fut récolté des larves de *Stegomyia metallica* et de *S. unilineata*, espèces parentes de *Stegomyia fasciata*. — C'est dans des creux d'arbres semblables, que l'on trouve au Congo, des larves d'*Anopheles*. (Cliché J.-W. Scott Macfie et A. Ingram.)

Fig. 27. — Au Katanga (Congo belge). — Un coin de la forêt. — Plusieurs de ces arbres, ont des branches brisées au ras du tronc, laissant des creux (voir fig. 29) remplis d'eau par les pluies, où les larves de moustiques se développent. (Cliché Leplae.)

des Népenthes, la base des feuilles des Bromelias (*), bananiers, ananas, etc., les souches des bambous coupés ou dans les trous faits par les crabes dans le sable de la plage. D'autres espèces sont de mœurs plus générales et se développent dans n'importe quelle accumulation d'eau, fraîche ou stagnante, propre ou sale, réunie naturellement ou par l'intervention de l'homme. Certaines larves, enfin, peuvent vivre dans l'eau fortement salée (voir p. 66).

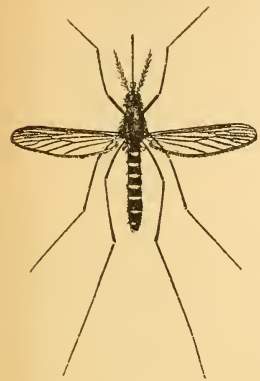


Fig. 28. — *Culex fatigans* Wied, femelle. — Dimensions quadruplées. — Le principal agent de transmission de la filariose (Eléphantiasis).

Au point de vue qui nous occupe, nous avons surtout à envisager les lieux d'évolution des larves d'*Anopheles* et des larves de *Culicines* et ceux-ci sont assez bien différenciés.

En effet, les larves des *Culicines* les plus connus *(Culex, Stegomyia,* etc.), vivent plutôt dans les petites accumulations d'eau se trouvant à l'intérieur des habitations ou dans leur voisinage (**), tandis que les larves d'*Anopheles* se rencontrent presque exclusivement dans les agglomérations naturelles d'eau : mares, cours d'eau, etc.

C'est ainsi que les larves des *Anopheles* propagateurs de la malaria peuvent se développer abondamment le long des rives herbeuses des lacs, étangs et lagunes, ainsi qu'au bord des rivières à cours lent ; dans les parties de terrain inondées : prairies, rizières, etc. ; dans les mares et dans les marais où les poissons ne sont pas abondants ; dans les flaques temporaires d'eau de pluie, qu'on rencontre dans les champs et le long des routes ; dans l'eau séjournant au fond des rivières asséchées et entre les pierres formant le lit des torrents ; aux endroits où les eaux souterraines sourdent à la surface ; dans les rigoles, fossés et drains remplis de mauvaises herbes ; dans l'eau séjournant dans les empreintes faites en terrains détrempés par les sabots des chevaux et bestiaux ; dans les ornières des routes ; dans les excavations créées au cours des travaux de terrassement ; dans les abreuvoirs et les petits bassins des sources ; dans les creux de rochers ; dans les bassins ornementaux ; dans l'eau séjournant au fond des vieilles barques et pirogues échouées sur les rives, et, en général, dans tous les creux de terrain où de l'eau s'accumule. Dans

(*) D'après MM. H. G. Dyar et F. Knab (55-56), des larves de plusieurs espèces d'*Anopheles* de l'Amérique centrale et méridionale ont été trouvées dans l'eau séjournant à la base des feuilles de Broméliacées.

(**) Suivant M. G. A. H. Bedford (15), des larves de *Culex decens* ont été trouvées récemment dans une mine de houille du Transvaal, à cent mètres de profondeur.

l'ensemble, cependant, les larves d'*Anopheles* préfèrent un léger courant d'eau claire, avec une quantité modérée de végétation (*).

Exceptionnellement, l'on trouve également les larves d'*Anopheles* dans des réservoirs artificiels, tels que tonneaux et citernes pour l'arrosage des jardins, puisards, cuveaux, etc.

Manifestement, les *Anopheles* sont plus abondants dans les régions marécageuses, surtout lorsque les chutes de pluies sont suffisantes pour maintenir de l'eau dans les innombrables mares et flaques. C'est pour cette raison, du reste, que la malaria est endémique dans les endroits bas et humides. Néanmoins, les larves d'*Anopheles* se développent aussi dans des régions relativement sèches, et *le fait qu'il n'y a pas de marais dans un endroit n'est pas suffisant pour conclure que les Anopheles ne s'y multiplieront pas* (**).

Nous avons dit, plus haut, qu'au contraire des *Anopheles*, les *Culicines* — du moins ceux les plus communs et les plus connus (***) — choisissent surtout comme milieu de développement pour leurs larves, les petits dépôts d'eau se trouvant dans le voisinage immédiat de l'homme. La plupart des *Culicines* sont inoffensifs au point de vue de la transmission des maladies, mais il n'en est pas ainsi pour le *Stegomyia fasciata*, ou moustique de la fièvre jaune.

Ce dernier insecte est essentiellement un moustique des villes, un moustique domestique, dont la larve se rencontre exclusivement là où habitent les hommes. On peut affirmer que la larve du *Stegomyia* n'existe pas dans les marais, les mares ou les flaques d'eau temporaires, alors même que ceux-ci sont très proches des maisons.

Les lieux choisis par le *Stegomyia fasciata* pour se développer sont, du reste, très divers et varient d'après les circonstances et d'après la nature des occupations de la population : on peut dire qu'il faut à cette larve une très minime quantité d'eau pour vivre et qu'un volume de ce liquide équivalent à celui contenu dans une cuiller à thé peut être suffisant. En général, cette eau est propre, mais occasionnellement elle peut être sale. Voici quelques-uns des endroits habituels de propagation (****) :

Les grandes jarres de terre utilisées sous les tropiques pour la conservation de l'eau de boisson ; les vases à fleurs, cruches et aiguières ; les tonneaux et citernes d'eau de pluie ; les boîtes à conserves vides de toute espèce, les vieilles casseroles et les vieux pots jetés aux ordures et dans lesquels s'accumulent de petites quantités d'eau ; les gouttières obstruées ; les puisards et fosses d'aisance ; les réservoirs de W.-C. ; les bouteilles renversées utilisées dans certaines contrées comme bordures de parterres et dans le cul desquelles de petites quan-

(*) Pour se rendre compte de la quantité vraiment énorme de larves d'*Anopheles* pouvant exister dans certaines agglomérations d'eau, rappelons que le Dr J B. Smith a trouvé qu'une mare mesurant environ 180 mètres carrés de surface contenait 10,636,700 larves d'*Anopheles crucians*, soit environ 58,000 par mètre carré.

(**) D'après L. Léger et G. Mouriquaud (115), la plus grande altitude à laquelle des larves d'*Anopheles* ont été trouvées dans les Alpes est 1,500 mètres. A des niveaux plus bas, les gîtes deviennent plus fréquents : *A. bifurcatus* et *A. maculipennis* se rencontrent en grand nombre à 1,100 mètres.

(***) On ne peut, en effet, dire ceci des *Culicines* en général. Cette remarque est basée sur l'étude des mœurs de certaines des espèces les mieux connues et les plus répandues, telles que *C. pipiens*, *C. fatigans*, etc.

(****) Pour plus de détails, voir p. 128 : « Recherche et traitement des réservoirs artificiels. »

tités d'eau séjournent ; les auges des chevaux ; les urnes funéraires des cimetières ; les coquilles vides et les coques de noix de coco ou de calebasses, répandues aux alentours de certains villages indigènes ; les pirogues échouées ; les abreuvoirs des poulaillers et les bacs des meules à repasser ; les cuveaux et, en général, tous les récipients artificiels dans lesquels de petites quantités d'eau peuvent se trouver, soit occasionnellement, soit en permanence.

Fig. 29. — Un cas fréquent dans les forêts du Katanga (Congo belge). — Branche cassée au ras du tronc. — Un creux se forme, dans lequel de l'eau s'accumule. — Les larves de moustiques s'y développent (voir fig. 27).

D'autre part, il est également très fréquent, en Afrique, de trouver les larves de moustiques pathogènes : *Anopheles* et *Stegomyia*, dans les creux d'arbres remplis d'eau par les pluies.

C'est ainsi qu'à Accra (Côte d'Or), MM. J. W. Scott Macfie et A. Ingram (129) ont récolté, dans l'eau claire, mais de coloration brun-foncé, contenue dans une cavité d'un arbre (voir fig. 26). des larves de *Stegomyia metallica* Edw. et de *S. unilineata*, deux espèces parentes du moustique de la fièvre jaune, ainsi que des larves de *Culiciomyia nebulosa* (*).

Dans les forêts du Sud-Katanga, beaucoup d'arbres ont une ou plusieurs branches brisées par le vent au ras du tronc ; aux points d'insertion de ces branches, des creux se forment (voir fig. 29), dans lesquels l'eau s'accumule et sert de milieu de développement aux larves de moustiques. Il paraîtrait que des larves d'*Anopheles* se rencontrent fréquemment dans ces réservoirs (voir également fig. 27).

Enfin, certains arbres ont une partie de leur enracinement hors du sol. Dans l'enchevêtrement de ces racines traçantes, se trouvent de petits creux, qui, remplis d'eau par les pluies, constituent autant de bassins naturels, où les larves de moustiques abondent. C'est ainsi

(*) Les divers gîtes à larves de moustiques de Lagos (Nigérie) ont été recherchés tout récemment par M. J. M. Dalziel (*Bull. of Ent. Research*, déc. 1920). En voici l'énumération :

Trous à crabes : 14 espèces de larves y furent trouvées : *Ochlerotatus irritans* 54.6 p. c. ; *Culex decens* 15.7 p. c. ; *Uranotaenia annulata* 15 p. c. ; *Stegomyia fasciata* 7.3 p. c. ; *Anopheles costalis* 7.3 p. c., etc.

Creux d'arbres : ils contenaient six espèces de larves de moustiques dont deux importantes : *Stegomyia luteocephala*, (figuiers des Banyans 13 ; *Poinciana regia* 7 ; *Mangifera indica* 3 ; *Albizzia lebbek* 3 ; *Sidcroxylon dulcificum* 2 ; *Enterolobium dulcis* 1 ; *Dialium guineense* 1 ; *Terminalia catappa* 1 ; *Anacardium occidentale* 1 ; *Carica papaya* 1), et *Stegomyia fasciata* (figuiers des Banyans 6 ; *Poinciana régia* 3 ; *Mangifera indica* 1 ; *Albizzia lebbek* 1 ; *Artocarpus incisa* 1 ; *Sterculia barteri* 1 ; *Cocos nucifera* 1 ; *Pandanus* sp. 1).

Puits : 12 espèces de larves, dont 51.3 p. c. de *Stegomyia fasciata*, 14.7 p. c. de *Culex decens* et 13.2 p. c. d'*Anopheles costalis*.

Bateaux et canots : 10 espèces, principalement *Anopheles costalis* et *Stegomyia fasciata*.

Vases indigènes (agbo) : 5 espèces : 88 p. c de *Culiciomyia nebulosa* et 11 p. c de *Stegomyia fasciata*.

Gouttières des toitures : 6 espèces : 56.5 p.c. de *Stegomyia fasciata* et 17.4 p. c. de *S. luteocephala*.

qu'à Léopoldville (Congo belge), M. le Dr Van den Branden a trouvé

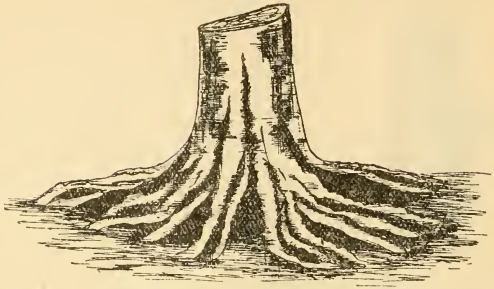


Fig. 30. — Dessin schématique de l'enracinement superficiel d'un Flamboyant *(Poinciana regia)*. Dans l'enchevêtrement des racines au-dessus du sol, existent de petits creux qui se remplissent d'eau par les pluies. Dans ces bassins naturels, l'on a trouvé des larves du *Stegomyia*, le moustique de la fièvre jaune.

dans le creux des racines des Flamboyants *(Poinciana regia)*, des larves de *Stegomyia fasciata* qui s'y développaient librement (v. fig. 30).

Ponte et œufs des moustiques.

Peu après le coït, les mâles de moustiques meurent et les femelles fécondées, après s'être gorgées de sang, à une ou plusieurs reprises, cherchent un endroit favorable pour pondre.

D'habitude, les œufs des moustiques sont déposés, la nuit, à la surface de l'eau, sur laquelle ils flottent. Les œufs de quelques espèces de moustiques s'enfoncent dans l'eau. D'autres espèces déposent leurs œufs sur la vase ou le sable au bord de l'eau. D'autres encore, les déposent dans des creux du sol, où ils sont submergés par l'eau des pluies ou celle provenant de la fonte des neiges. Le mode de ponte et la forme des œufs varient d'après les différentes espèces (*).

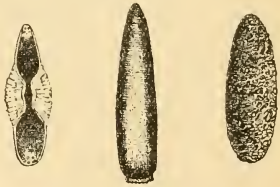


Fig. 31. — Types d'œufs de moustiques, fortement agrandis.
En *A* œuf d'*Anopheles* avec flotteurs latéraux.
En *B*, œuf de *Culex*. A la base l'appareil micropylaire.
En *C*, œuf de *Stegomyia fasciata*.

Chez les types les mieux connus de *Culex* infestant les maisons, *(Culex fatigans* et *C. pipiens*, par exemple), les œufs sont déposés

(*) C. Strickland (197) a fait l'observation suivante, qui dénote une curieuse adaptation aux conditions de milieu, d'un moustique malais.

Un *Chaetomyia (Leicesteria) flava* capturé, portait attaché à sa patte postérieure gauche une masse d'œufs ; de chacun de ceux-ci sortait la tête d'une jeune larve. Le moustique, placé dans une bouteille contenant un peu d'eau, vola immédiatement à la surface de celle-ci et y plongea méthodiquement sa patte gauche. Les larves sortirent et s'échappèrent en nageant.

Il est supposé que l'acte de pondre sur sa propre patte est un moyen employé par le moustique pour déposer ses œufs dans une eau inaccessible ou pour les sauver d'un danger qui peut se produire si le dépôt est fait directement dans l'eau.

sur l'eau en une masse naviforme, sorte de radeau composé d'un grand nombre d'œufs (souvent de 200 à 400) dressés les uns à côté des autres, leur extrémité la plus pointue dirigée vers le haut (voir fig. 31 et 35) (*). Individuellement, chaque œuf de *Culex* s'effile très régulièrement à la partie supérieure et se termine à la base par un organe globulaire, appelé appareil micropylaire (voir fig. 31B) (**) (***).

Fig. 32. — Œufs d'*Anopheles* flottant sur l'eau (*Anopheles quadrimaculatus*). — Fortement agrandis. (D'après L. O. Howard.)

Tout au contraire, les femelles d'*Anopheles* pondent séparément, sur l'eau, de 75 à 150 petits œufs noirâtres (****), qui restent isolés ou flottent en lignes ou groupes facilement dispersés par le vent. Ils surnagent à plat, au lieu d'être dressés comme ceux des *Culex*. Ces œufs d'*Anopheles* sont munis chacun d'une paire de flotteurs, petites poches remplies d'air, qu'on peut voir fig. 31A, représentant un œuf isolé, et fig. 32, représentant, d'après M. L. O. Howard, un groupe d'œufs d'*Anopheles quadrimaculatus* (espèce nord-américaine), flottant à la surface de l'eau.

Chez les *Stegomyia*, les œufs sont également pondus séparément. Les œufs du *Stegomyia fasciata* sont petits, très allongés, de couleur noirâtre et parsemés de petites protubérances d'une sécrétion blanchâtre (voir fig. 31C). Ils sont pondus isolément, mais par lots, déposés chacun, par la femelle, à des intervalles de plusieurs jours. On les trouve normalement sur les parois des récipients contenant de l'eau, un peu au-dessus de la surface de celle-ci, de façon à pou-

(*) L'appareil hydrostatique ou flotteur que possède chaque œuf de *Culex* a été spécialement étudié par A. B. Lischetti (121). Il permet à la masse d'œufs de flotter comme un radeau. L'action combinée de tous les flotteurs donne une telle stabilité à la masse d'œufs, qu'il est presque impossible de la submerger. Même si cette opération est faite mécaniquement, un petit volume d'air est retenu entre la base des œufs et les flotteurs, ce qui permet à toute la masse de revenir à la surface, dès que la pression cesse.

(**) Des données intéressantes ont été recueillies par F. Glaser (76), sur la capacité de reproduction de *Culex pipiens*.

Dans deux canaux de vidange d'une tannerie, ayant chacun un mille de longueur, 167,760 radeaux d'œufs de *Culex* furent détruits, en nettoyant les canaux deux fois par semaine, à raison de 3 heures par nettoyage. En estimant, ce qui est très modéré, le nombre d'œufs de chaque radeau à 200, l'on a détruit ainsi 33 millions d'œufs de *Culex pipiens* par semaine.

(***) Les femelles de *Mansonia* déposent leurs œufs en radeaux, comme les *Culex*.

(****) D'après Duprée, la femelle d'*Anopheles punctipennis* Say dépose de cent à trois cents œufs par ponte. Ils flottent sous la surface de l'eau et parfois sur celle-ci, le côté concave dirigé vers le bas.

voir facilement être submergés par la moindre élévation de niveau. On les a également trouvés sur une feuille flottante. La ponte de la femelle du *Stegomyia* à la surface même de l'eau paraît rare et ne se produit sans doute que dans des circonstances anormales, telles que la captivité de l'insecte. Une femelle de *Stegomyia* pond ordinairement 70 à 80 œufs.

Eclosion des œufs. — Quelles sont les circonstances qui la favorisent ou la retardent ?

Dans des conditions normales, c'est-à-dire par un temps favorable, les œufs d'*Anopheles* mûrissent en 36 à 48 heures. D'après M. L. O. Howard, il faut à l'œuf de *Culex fatigans*, de 16 à 24 heures pour éclore par temps chaud. Les larves des *Anopheles* sortent en fendant l'œuf (voir fig. 33), celles des *Culicines* en poussant l'extrémité de la coque. Dans leur très jeune âge, c'est-à-dire au début de leur vie aquatique, toutes ces larves se réunissent d'ordinaire autour des amas de débris ou d'écume flottant sur l'eau. Les circonstances qui influent sur l'éclosion des œufs de moustiques ont surtout été bien étudiées pour le *Stegomyia fasciata*. Dans des conditions favorables (27° à 29° C.), les œufs du *Stegomyia* éclosent souvent le deuxième ou le troisième jour après la ponte (*). D'après M. L. O. Howard (94), les œufs de ce moustique, ordinairement placés immédiatement au-dessus de la surface de l'eau, se développent mieux après avoir été desséchés pendant quelque temps. En fait, il semble qu'à sec, ils conservent leur vitalité pendant six mois et plus. La congélation ne détruit pas la fertilité des œufs. La durée de l'incubation, lorsque les œufs sont déposés sur l'eau, est d'environ deux jours. Déposés au-dessus du niveau de l'eau, ils éclosent promptement, dès qu'ils sont submergés. Flottant sur l'eau, la moindre agitation les fait couler et lorsqu'ils sont sous l'eau, l'éclosion est retardée et, souvent même, certains des œufs n'éclosent pas, surtout si la température de l'eau est assez basse. Enfin, submergés peu après avoir été pondus à la surface de l'eau, les œufs périssent généralement (**).

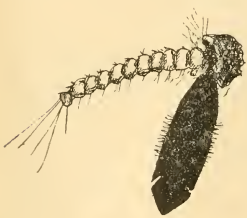


Fig. 33. — L'éclosion d'une larve d'*Anopheles*. — Fortement agrandie. (D'après W. B. Herms).

(*) Il résulte d'essais faits récemment par MM. E. E. Atkins et A. Bacot (6), que la présence de bactéries, levures et ferments, exerce une action stimulante sur les œufs du *Stegomyia fasciata* et les force à éclore plus vite.

(**) Des expériences très intéressantes sur l'action de la dessication, de la température et de la submersion sur l'éclosion des œufs du *Stegomyia fasciata*, et la conservation de leur vitalité ont été faites en 1914-15, en Afrique occidentale, par la Yellow Fever Commission. En voici les principaux résultats, d'après M. A. W. Bacot (8).

L'éclosion peut se produire lorsque l'œuf flotte, lorsqu'il est attaché au bord, juste en dessous de la surface de l'eau et lorsqu'il gît sur le fond. La mortalité paraît plus grande pour les œufs submergés dans une petite quantité d'eau. Il a été noté que la période qui s'écoule entre le moment où les œufs sont immergés et le moment de l'éclosion, peut atteindre quatre à cinq mois, si elle n'est pas interrompue par une période sèche intermédiaire. Il y eut un plus grand déchet parmi

Une expérience très curieuse au sujet du pouvoir de résistance des œufs du *Stegomyia fasciata* à la dessiccation, fut faite par M. R. Newstead en 1906.

Des œufs de *Stegomyia* récoltés à Manaos (Brésil), par le Dr H. W. Thomas, furent envoyés en Angleterre. Ils avaient subi, au préalable, une dessiccation de 24 heures et étaient emballés dans des tubes de verre soigneusement bouchés.

Les notes suivantes nous donnent les résultats de cette expérience :

9-11 septembre. — Œufs pondus à Manaos (Amazone) ;

26 octobre. — Arrivée en Angleterre ; placés dans de l'eau à 23° C. ;

27 octobre. — Douze larves écloses pendant la nuit précédente et une après 12 heures d'immersion ;

28 octobre. — Début de la première mue ;

30 octobre. — La première mue est terminée pour toutes les larves ;

4 novembre. — Les larves se transforment en pupes ;

7 novembre. — Sortie du premier imago : un mâle. Ce moustique est resté en vie six jours ;

8 novembre. — Sortie d'un mâle et d'une femelle.

Le bocal d'élevage fut conservé dans un incubateur, à une température uniforme de 23° C. Les insectes étaient, la plupart du temps, dans une obscurité complète. Un peu de lumière était admise occasionnellement durant le jour.

les œufs conservés, que parmi ceux qui furent immergés immédiatement ou peu après la ponte. Il semble que la matière sur laquelle les œufs ont été déposés, exerce une influence déterminante sur la conservation de leur vitalité pendant les périodes de sécheresse.

L'action des températures basses et élevées sur le taux d'éclosion fut également étudiée. Un refroidissement à des températures allant de 23.5° à 27°C a eu, dans la plupart des cas, une influence stimulante sur l'éclosion, mais quelques œufs résistèrent. C'est probablement le refroidissement qui amène l'éclosion, lorsque des œufs desséchés sont immergés ou lorsque de l'eau fraîche est versée sur des œufs en cours de maturation. Une élévation de température allant de 27° à 35°C. a eu peu d'effet sur l'éclosion. Des œufs conservés pendant 50 heures dans l'humidité firent ordinairement éclosion trente minutes après immersion subséquente ; ceux séchés pendant une période variant d'un à sept jours, éclorent après incubation, lorsqu'ils furent immergés, dans une proportion allant de 84 à 54 pour cent, et cela en un à quatre jours Les conditions de sécheresse ou d'humidité ont donc une influence directe sur l'éclosion des œufs, en provoquant immédiatement celle-ci ou en la retardant.

Des œufs conservés à sec, pendant 262 jours, ont donné des larves, lorsqu'ils furent immergés dans l'eau. Des œufs ayant déjà subi l'incubation furent soumis à diverses températures, pour déterminer leurs effets sur l'éclosion. Une exposition pendant 24 heures à — 1°C., suivie d'immersion dans une eau à 24°C. et d'un examen des œufs, donna, après 128 heures, 81 pour cent d'éclosions ; une exposition à 24° C 80 pour cent ; à 35°C., 28 p. c. ; et à 39°C., 12 pour cent. Aucune éclosion ne se produisit, après une exposition des œufs pendant 24 heures, à 42°C

Un chauffage à 46°C. pendant 30 minutes détruisit la vitalité d'œufs pondus depuis 15 à 16 heures ; des œufs semblables, exposés à une température de 36°C éclorent normalement.

D'autre part, des essais d'immersion faits par M. Bacot (9) à Freetown (Sierra-Léone) ont prouvé qu'après 7 à 9 mois de conservation hors de l'eau, les œufs de *Stegomyia* peuvent donner 80 à 90 pour cent d'éclosions. Après 10 mois, ce pourcentage est beaucoup moindre et il n'est plus que d'environ 5 p.c. après 11 mois.

Après 12 mois un lot de 600 œufs ne donna plus que 5 larves, qui sortirent après 5 à 6 heures d'immersion. Après 13 mois, 1,000 œufs ne donnèrent plus qu'une seule larve et après 14 et 15 mois il n'y eut plus aucune éclosion.

Quel est l'aspect des larves de moustiques ?

Les larves aquatiques de moustiques sont généralement de coloration verdâtre, vert-brunâtre ou brune, parfois rouge ou bleue et ont environ 7 à 8 mm. de longueur. La tête est ronde, bien séparée du reste du corps. Le thorax est arrondi, renflé ; l'abdomen est allongé, articulé, et le huitième segment est pourvu, tout au moins chez les *Culex*, *Aedes*, *Stegomyia*, *Megarhini*, *Mansonia*, etc., d'un siphon ou tube respiratoire bien développé (voir fig. 34).

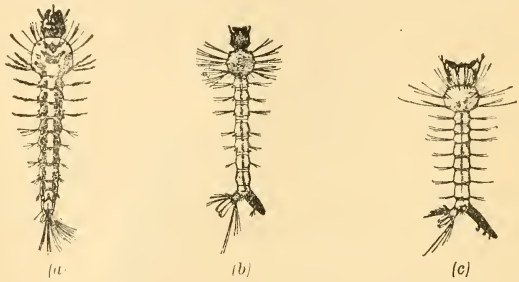


Fig. 34. — Larves de moustiques, de dimensions quadruplées : *a)* larve d'*Anopheles maculipennis* Mg. — *b)* larve de *Stegomyia fasciata* F. — *c)* larve de *Culex fatigans* Wied.

Le corps des larves de moustiques est garni de longs poils raides et espacés et leur extrémité caudale est munie d'appendices servant de rames. L'habitude de ces larves de remonter plus ou moins fréquemment à la surface de l'eau pour respirer et de s'enfoncer ensuite soudainement, lorsqu'elles sont alarmées, par un mouvement rapide et saccadé ou un tortillement du corps, permet aisément de les reconnaître.

Quels sont les principaux caractères des larves de Culex, Stegomyia et Anopheles ? Mode de respiration.

Les dessins, fig. 34 à 38, représentent des larves de *Culex*, de *Stegomyia fasciata* et d'*Anopheles*. La principale différence de conformation se trouve dans l'organe respiratoire. Chez les *Culex* (fig. 34*c* et 36A), c'est un tube ou siphon très long, inséré à l'extrémité anale du corps ; chez les *Stegomyia* (fig. 34b et 38), ce tube est moins développé et chez les *Anopheles* (fig. 34a et 36B), il ne constitue qu'une simple protubérance.

L'attitude des larves de *Culex* et d'*Anopheles* au repos est également très différente.

Lorsqu'elle respire, la larve de *Culex* est suspendue sous la surface de l'eau, la tête en bas, le corps légèrement incliné par rapport à la verticale et l'extrémité du siphon touchant la surface de l'eau (voir fig. 37). La larve de *Stegomyia* prend à peu près la même position, mais le corps est suspendu plus verticalement. Par contre, la

larve d'*Anopheles*, au repos, flotte, étendue horizontalement sous la surface de l'eau, contre laquelle elle s'appuie ; son organe respiratoire, très court, placé à l'extrémité anale du corps, atteint ainsi juste le niveau de cette surface (voir fig. 37).

Larves de Culex. — Dans le bas de la figure 35, sont représentées des larves de *Culex* dans différentes attitudes : en mouvement, c'est-à-dire se déplaçant dans l'eau, ou bien dans la position habituelle de repos, c'est-à-dire suspendues sous la surface du liquide.

Dans cette dernière attitude (voir fig. 37), la larve adhère à la surface par la cupule respiratoire hydrofuge, qui se trouve à l'extrémité du siphon. Ce siphon est parcouru dans toute sa longueur par deux tubes trachéens qui aboutissent à la cupule hydrofuge. Lorsque la larve amène contre la surface de l'eau l'extrémité de son siphon, cette cupule s'ouvre passivement, par le fait de l'attraction capillaire et adhère à la surface (Dr F. Brocher [27]).

Le corps reste sous la surface, suspendu à celle-ci, sans que

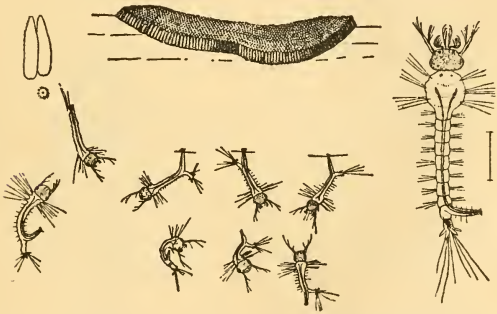


Fig. 35. — *Evolution des Culex.* — En haut, au milieu, masse d'œufs de *Culex*, en forme de radeau ou nacelle. — A gauche, œufs isolés, la partie effilée dirigée vers le haut. — A droite, larve de Culex (le petit trait sur le côté indique la longueur réelle). — En bas, attitudes diverses des larves de *Culex* dans l'eau. — Fortement agrandis. (D'après L. O. Howard.)

l'animal ait aucun effort à faire pour garder cette position. Pour se nourrir, la larve produit dans l'eau, à l'aide de ses palpes rotatoires, un double courant, convergeant vers la bouche et qui lui amène les particules nutritives. Ce courant est produit un peu au-dessous de l'eau et non, comme chez les larves d'*Anopheles*, à la surface de celle-ci.

Alarmée, la larve ferme ou détache sa cupule respiratoire. L'attraction capillaire de la surface cesse et le corps, étant plus lourd que l'eau, descend par son propre poids.

Toutefois, la larve ne reste jamais longtemps au fond. Elle remonte bientôt et nage en se contorsionnant, en donnant de forts coups

avec l'extrémité postérieure du corps, pourvue d'une rangée de poils qui servent de rames.

La cupule respiratoire est constituée par cinq valves qui s'écartent

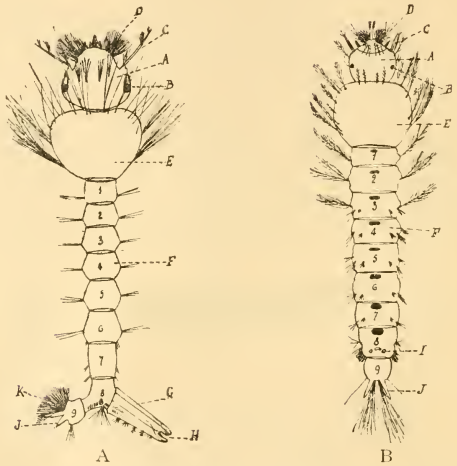


Fig. 36. — Dessins schématiques, fortement agrandis, d'une larve de *Culex (A.)* et d'une larve d'*Anopheles (B)*. — *A*. Tête. — *B*. Œil. — *C*. Antennes. — *D*. Brosses. — *E*. Thorax. — *F*. Abdomen. — *G*. Siphon *(Culex)*. — *H*. Valves du siphon *(Culex)*. — *I*. Orifices stigmatiques *(Anopheles)*. — *J*. Papilles anales. — *K*. Gouvernail *(Culex)*.

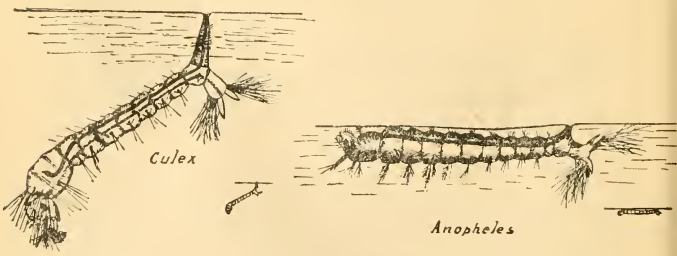


Fig. 37. — Positions caractéristiques des larves de moustiques respirant à la surface de l'eau. — Fortement agrandies et grandeur naturelle.

A gauche, larve de *Culex* suspendue à la surface de l'eau par l'extrémité de son siphon et dans une position plus ou moins verticale.

A droite, larve d'*Anopheles* étendue horizontalement sous la surface de l'eau et lui étant parallèle. L'adhérence à la surface, a lieu à l'extrémité anale, par une courte protubérance.

l'une de l'autre et se renversent en dehors. Chacune de ces valves est pourvue d'une courte soie rigide, destinée à rompre la pellicule d'eau qui pourrait rester tendue entre elles, lorsqu'elles s'écartent. Cette pellicule, en recouvrant la cupule hydrofuge, l'empêcherait d'entrer en contact avec l'air (Dr F. Brocher [27]).

Larves de Stegomyia fasciata. — Les larves de *Stegomyia fasciata* (voir fig. 38) ressemblent fortement, comme conformation et attitude, aux larves de *Culex*. Leur siphon est plus court (un quart de la longueur de l'abdomen) et plus large et lorsqu'elles sont suspendues à la surface de l'eau pour respirer, elles pendent presque verticalement. Elles sont très vite effrayées et vont rapidement au fond, où elles séjournent pendant un temps considérable. Elles peuvent d'ailleurs vivre longtemps sous l'eau, sans remonter à la surface. Lorsqu'on vide l'eau d'un récipient contenant ces larves, celles-ci se réfugient promptement au fond et leur présence peut passer inaperçue. Elles restent si près du fond, qu'il faut rincer et laisser s'égoutter les vases pour les en expulser. De même, il n'est pas facile d'en débarrasser un tonneau ou baril, en en vidant simplement le contenu.

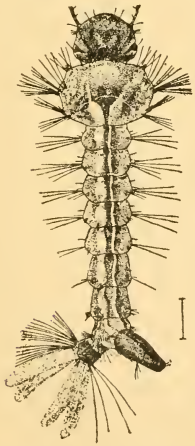


Fig. 38. — Larve de *Stegomyia fasciata*, le moustique de la fièvre jaune, fortement agrandie. — Le trait sur le côté donne sa longueur normale. (D'après L. O. Howard.)

La durée de la période larvaire du *Stegomyia fasciata*, par temps suffisamment chaud, varie, d'après Mitchell (149), entre huit et treize jours. Francis donne une période minimum de sept jours, dans de l'eau à une température uniforme de 26.5° C., et Newstead de neuf jours, dans de l'eau à 25° C.

Larves d'Anopheles. — Les larves d'*Anopheles* flottent donc immobiles sous la surface de l'eau, appuyées contre celle-ci, et ayant leur corps étendu horizontalement. A la face dorsale du huitième segment se trouvent, sur le devant d'une petite élévation en forme de carré irrégulier, les stigmates ou ouvertures respiratoires, qui constituent la terminaison des grandes trachées latérales, parcourant le corps de la larve dans toute sa longueur (voir fig. 36B).

Pour respirer, la larve pousse la protubérance contre la surface de l'eau. N'étant pas mouillable, celle-ci y adhère et maintient le corps en position, suspendu par sa face dorsale. Les trachées sont ainsi librement en communication avec l'air, par les ouvertures respiratoires (voir figure 37).

Les poils palmés, placés le long de la partie dorsale de l'abdomen,

permettent également à la larve de maintenir sa position horizontale contre la surface de l'eau.

La larve des *Anopheles* est plus lente que celle des *Culex*. Lorsqu'elle est au repos, la tête est complètement immergée et la bouche est dirigée vers le bas. Pour la nutrition, la tête effectue une rotation de 180°, ce qui ramène sa face ventrale du côté dorsal. Les deux brosses alimentaires se mettent alors à vibrer et créent à la surface de l'eau deux courants, qui convergent vers la bouche et lui amènent les petits organismes (animaux et végétaux) flottant près de la surface. Ces corps sont triés au fur et à mesure de leur arrivée, ceux jugés trop gros ou mauvais étant rejetés de côté par un brusque coup de tête. Lorsque l'alimentation a cessé, c'est-à-dire lorsque la vibration des brosses alimentaires est arrêtée, la tête reprend sa position normale, la bouche tournée vers le bas.

Les mouvements des larves d'*Anopheles* sont bien plus saccadés que ceux des larves de *Culicines*, qui se déplacent plutôt en serpentant. De même, les premières ne sont pas aussi visibles dans l'eau que les secondes, probablement par suite de leur position parallèle à la surface. Si l'on entre dans un marais, on ne voit aucune larve d'*Anopheles*, mais en regardant en arrière, dans l'eau devenue boueuse, on les distingue très bien, leur forme se détachant sur le fond sombre.

La croissance des larves d'*Anopheles* est plutôt rapide et, par temps chaud, elles peuvent atteindre leur plein développement, moins de deux semaines après la sortie de l'œuf (*).

Les larves des moustiques respirent-elles seulement par les tubes respiratoires ?

Cette question présente une assez grande importance pratique, à cause de son rapport direct avec l'action destructrice des substances huileuses (pétrole, etc.), que l'on épand sur les eaux où les larves se développent.

On croit généralement que la respiration des larves de moustiques est strictement aérienne, ce qui explique la nécessité pour ces larves de retourner fréquemment à la surface de l'eau et de s'y suspendre pour absorber de l'air. La conséquence serait que toute larve de moustique que l'on empêche d'accéder à l'air libre. meurt promptement, asphyxiée.

Cela n'est pas tout à fait exact, car, comme il est prouvé ci-dessous, les larves respirent également, en plus de l'air libre, l'air dissous dans l'eau.

M. A. da Costa Lima (45) a fait, en 1914, à l'Institut Oswaldo Cruz, de Rio de Janeiro (Brésil), quelques expériences sur des larves d'espèces de *Limatus*, *Stegomyia* et *Culex*, en vue de déterminer combien

(*) En dehors de la présence et de la longueur du tube respiratoire ou siphon, il existe encore d'autres différences entre les larves des divers groupes de moustiques. C'est ainsi que la tête de la larve est plus grande chez *Culex* que chez *Anopheles*, tandis que chez *Stegomyia*, la tête et le thorax sont relativement petits. Chez cette dernière larve, les antennes sont faibles, alors que les papilles sont souvent bien développées. Chez les *Culex*, les antennes sont très variables suivant les espèces. Les larves cannibales de *Culex (C. concolor)* diffèrent fort des autres larves de ce groupe. Leur siphon est court et elles flottent presque horizontalement sous la surface de l'eau, avec la tête un peu plus bas que celle-ci. Dans cette position, elles restent immobiles, dans l'attente de leur proie (larves d'autres moustiques), qu'elles saisissent à l'aide de leurs brosses alimentaires, transformées en organes prédateurs.

de temps ces larves peuvent vivre dans différentes sortes d'eau (eau de rivière, eau de pluie, eau bouillie, etc.), lorsqu'on les empêche de respirer directement l'air en remontant à la surface.

M. da Costa Lima constate que si, d'une façon générale, les larves de moustiques respirent l'air libre, elles absorbent également, tant par les feuillets branchiaux que par tous les téguments du corps (respiration cutanée), l'oxygène en dissolution dans l'eau. Au plus la larve est jeune, au plus facilement elle acquerra l'habitude de se suffire avec l'air en dissolution. Les larves plus âgées, privées d'air libre, meurent en moins d'un jour. Les petites larves, pourvues de suffisamment de nourriture, peuvent se développer et devenir des pupes sans accéder à la surface, mais ces pupes meurent au bout de peu de temps, si elles n'entrent pas en contact avec l'air. Les feuillets branchiaux n'aident en rien la locomotion, et ne servent que pour respirer l'oxygène dissous. Leur ablation force les larves à remonter plus fréquemment à la surface. Les larves de *Stegomyia*, privées de leurs feuillets et sans contact direct avec l'air extérieur, restent vivre quelque temps. Toute larve introduite dans un flacon expérimental, dans lequel l'air n'avait pas accès et qui contenait de l'eau bouillie (c'est-à-dire privée d'une grande partie des gaz en dissolution), est morte au bout de quelques heures. L'eau qui contient des larves n'ayant à leur disposition pour la respiration, que les gaz dissous, doit être fréquemment aérée. Enfin, les larves sont asphyxiées sous une couche de pétrole, non seulement parce qu'elles ne peuvent atteindre l'air libre, mais parce que l'huile adhère à leur corps, empêchant la respiration cutanée.

Les expériences de M. da Costa Lima ont été vérifiées par celles faites par M. J. W. Scott Macfie (127), qui ont porté principalement sur l'action du pétrole sur les larves de diverses espèces de moustiques. Ces expériences, sur lesquelles nous reviendrons dans la suite, ont prouvé notamment que les larves de certains moustiques, y compris *Stegomyia fasciata*, sont capables de s'adapter à la vie submergée et peuvent continuer à se développer jusqu'à la nymphose. Celle-ci, toutefois, est ordinairement empêchée, et, si elle se produit, le moustique meurt, la pupe étant incapable de vivre sans accès direct à l'air libre.

Un autre fait intéressant constaté, est que, lorsque des larves de *Culex fatigans* n'ont pas d'accès à l'air libre, elles vivent quatre fois moins longtemps dans l'eau contenant des matières organiques que dans l'eau distillée, les matières organiques employant l'oxygène dissous et réduisant ainsi la quantité disponible pour les larves (*).

(*) Il faut rapprocher de ces diverses expériences les observations faites par M. S. K Sen (184), *(Indian Jl. Medic. Res. Calcutta, Jan., 1915)*, sur la consommation d'oxygène chez les moustiques. Cet auteur a constaté notamment : 1. — Que le taux moyen de consommation d'oxygène chez *Culex sitiens* était par heure de 1.1 cm3 chez la larve complètement développée, 1.9 cm3 chez la pupe et 25 cm3 chez l'adulte ; 2. — Que la quantité d'oxygène absorbée par la larve et la pupe est à peu près la même ; 3. — Que dans l'acte respiratoire de la larve et de la pupe, le rôle de l'air dissous est faible et négligeable et que l'ablation des branchies semble avoir peu d'effet sur la respiration larvaire, et enfin : 4. — Que la pupe ressent plus fortement et plus rapidement le manque d'oxygène que la larve, et est, par conséquent, plus vite asphyxiée.

Quelle est la nourriture des larves de moustiques ?

Les aliments sont indispensables aux larves de moustiques pour se développer. Ces aliments peuvent consister en algues d'eau douce · certaines de ces algues sont très sensibles aux changements de densité et de teneur en sels solubles de l'eau et probablement aussi à la longueur d'ondes de la lumière qui pénètre jusqu'à elles.

En élevant des *Anopheles punctipennis* en captivité, Marchand (158) a constaté qu'une algue verte, monocellulaire, de surface, placée dans l'eau claire, constituait la meilleure nourriture pour les larves. Il a également été établi qu'au Soudan des algues microscopiques d'eau douce formaient le principal aliment des larves d'*Anopheles*.

La nourriture des larves de Culicides a été surtout étudiée pour celles de *Stegomyia fasciata*, le moustique de la fièvre jaune. D'après M. L. O. Howard (94), ces larves se rencontrent surtout dans l'eau claire : barils d'eau de pluie et récipients servant à conserver l'eau de boisson dans les maisons.

L'eau de tels récipients contient toujours plus ou moins de matières animales et de détritus végétaux, formant la base de l'alimentation des larves. Celles-ci descendent au fond de l'eau, même à une profondeur relativement très grande, pour se nourrir du sédiment organique qui s'y trouve. Des larves tenues en captivité ont été observées dévorant les insectes morts et les peaux de mue des larves et pupes. Elles sont parfois de mœurs cannibales, les grandes larves dévorant les petites (*).

Le développement de la larve du moustique de la fièvre jaune est activé par la présence dans l'eau d'une petite quantité de matière fécale. Lors de la guerre cubaine, des observateurs ont constaté à la Havane, que les larves qui se trouvaient dans les tonneaux de vidange servant à transporter les déjections humaines provenant des hôpitaux, se développaient très rapidement, et d'autres observateurs ont signalé le fait, qu'en ajoutant de la matière fécale à l'eau contenant des larves, leur développement était accéléré et leur cycle vital complété en six à huit jours.

D'autre part, suivant Sir Rubert Boyce, F. R. S. (23), en Afrique occidentale, la larve de *Stegomyia fasciata* en captivité se nourrit surtout de matières amorphes, de restes macérés de petits crustacés (*Cyclops* sp., *Diaptomus* sp., etc.), de petits fragments de plantes aquatiques et occasionnellement de diatomées et plantes monocellulaires.

Enfin, nous notons dans le rapport pour 1914-1915 de la *Yellow Fever Commission in West Africa*, dû à M. A. W. Bacot (8), les observations suivantes, relatives à la nourriture des mêmes larves de *Stegomyia fasciata*.

Les larves se développent promptement dans de l'eau contenant en abondance des matières organiques, telles que feuilles mortes, blanc d'œuf bouilli, riz, insectes morts, etc. Dans l'eau de robinet, la première mue ne s'est effectuée qu'après addition de matière organique. Une quantité insuffisante de nourriture a provoqué une forte

(*) D'après Waterston (208) les larves d'*Anopheles bifurcatus* sont également cannibales, les larves complètement développées faisant leur proie des plus jeunes

mortalité et a prolongé la période larvaire des individus survivants. Dans certains cas, celle-ci a perduré soixante-dix jours. Dans des conditions favorables, par contre, le développement des stades primaires fut complété en quatre jours et des moustiques mâles apparurent le cinquième. Des bactéries ont sans doute été assimilées par les larves et ont peut-être joué un rôle essentiel dans leur développement. Il n'a pas été observé de cas de cannibalisme parmi les larves, quoique les corps de celles qui moururent dans les récipients d'élevage furent dévorés par les survivantes.

Quel est l'aspect des pupes de moustiques ?

Après trois mues successives, la larve de moustique complètement développée cesse de se nourrir et la nymphe ou pupe sort par une fente de la face dorsale (voir fig. 39). Les pupes de moustiques sont presque aussi actives que les larves et leur ressemblent d'une façon générale (voir fig. 40). Elles ont quelque peu la forme d'un point d'interrogation. Toutefois, chez la pupe, la tête et le thorax sont réunis en une seule masse, le *céphalothorax*, qui montre sur ses faces latérales et antérieure les rudiments des ailes, des pattes et de la trompe. Du côté dorsal, se projettent deux cornets ou trompettes respiratoires, semblables à une paire de cornes, qui permettent à la pupe de respirer à la surface de l'eau, tout comme la larve. L'abdomen, qui est composé de neuf articles, est muni à son

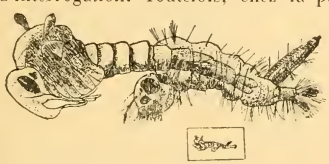


Fig. 39. — Dernière mue d'une larve de *Culex*. Sortie de la pupe ou nymphe. — Dans le rectangle en-dessous, la pupe grandeur naturelle. (D'apr. R.Blanchard.)

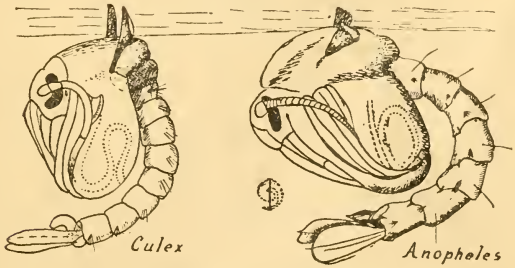


Fig. 40. — Pupes de *Culex* et d'*Anopheles* fortement agrandies. — Chez la pupe de *Culex*, les trompettes respiratoires sont minces et longues. Elles sont plus larges et plus ouvertes chez la pupe d'*Anopheles*. Cette dernière pupe est suspendue semi-horizontalement à la surface de l'eau, tandis que la suspension est verticale chez la pupe de *Culex*. — Voir en-dessous de la pupe d'*Anopheles*, une pupe grandeur naturelle. (Dessin reproduit d'après M. L. O. Howard.)

segment terminal, d'une paire d'organes transparents, en forme de nageoires. La fig. 40 représente, d'après M. L. O. Howard, deux pupes de moustiques fortement agrandies. A gauche, une pupe de *Culex* et à droite une pupe d'*Anopheles*. Comme on pourra s'en rendre compte, il n'y a pas de grandes différences entre ces deux formes de pupes. Toutes deux, au repos, flottent sous la surface de l'eau, leurs trompettes respiratoires en contact avec l'air, mais elles peuvent également nager avec rapidité, par un mouvement saccadé de l'abdomen pourvu, à son extrémité, des deux organes natatoires dont nous avons parlé plus haut. Comme l'a signalé Christophers, la position et l'aspect des trompettes respiratoires varient cependant d'après les groupes de moustiques. Chez les pupes d'*Anopheles*, elles sont courtes, s'ouvrent largement et sont situées sur le milieu de la partie dorsale du thorax. Chez les pupes de *Culex*, elles sont placées à la partie supérieure du thorax, sont plus minces et relativement plus longues et leur ouverture est quelque peu oblique (*). De plus, les pupes d'*Anopheles* sont suspendues plus horizontalement à la surface de l'eau, car le céphalothorax est plus long et pèse par conséquent plus lourd (**).

Fig. 41. — Pupe de *Stegomyia fasciata*, le moustique de la fièvre jaune, fortement agrandie. (D'après Howard.)

Une autre figure (fig. 41), également reproduite d'après M. L. O. Howard, nous montre une pupe fortement agrandie du *Stegomyia fasciata*, le moustique de la fièvre jaune. Cette pupe ressemble, comme aspect général, aux précédentes. Les trompettes respiratoires sont courtes et larges et leur ouverture a une forme triangulaire.

La durée de la période de nymphose des moustiques varie d'après l'espèce et aussi d'après la température. Suivant M. L. O. Howard, elle est, chez *Culex fatigans*, Wied., de deux jours au minimum, et chez les *Anopheles* de trois jours et plus. Chez *Stegomyia fasciata*, elle varie d'un à cinq jours : Mitchell (149) donne un à cinq jours et Newstead deux à trois jours, à la température de 23° C.

Comment s'effectue la sortie du moustique adulte?

Après un nombre variable de jours, le moustique adulte sort donc de son enveloppe nymphale. Lorsque le moment de la sortie est venu, la pupe devient moins vive ; elle quitte moins volontiers la surface de l'eau, s'immobilise, son abdomen s'étale et on

(*) En fait, les différences entre les trompettes respiratoires des pupes d'*Anopheles* et celles des pupes de *Culex* ne sont pas aussi tranchées. Les variations de forme, dimensions et longueur de ces organes sont, en réalité, très nombreuses, d'après les espèces.

(**) Cinq pupes d'*Anopheles* de l'Afrique occidentale ont été décrites. Celles d'*A. costalis*, *A. pharoensis* et *A. mauritianus*, par Wesché ; celle d'*A. funestus*, par Bacot, et celle d'*A. marshalli*, par A. Ingram et J. W. Scott Macfie (129).

voit s'ouvrir une fente sur le dos du thorax émergé, entre les deux trompettes respiratoires. Par cette fente, l'adulte sort; le thorax apparaît d'abord et immédiatement toute la coque de la pupe se remplit d'air, ce qui lui donne une grande stabilité (voir fig. 42). Peu après, sortent la tête, les pattes, les ailes, puis l'abdomen ; les ailes se déploient et se dessèchent et lorsqu'elles sont bien étalées, l'insecte

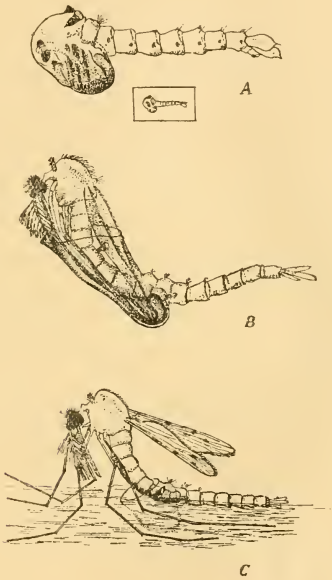


Fig. 42. — Trois phases de la sortie de l'adulte d'*Anopheles maculipennis*, fortement agrandies. — En *A*, la pupe ou nymphe, vue de profil, peu avant la sortie de l'adulte. Dans le rectangle en dessous, dimensions naturelles de la pupe. — En *B*, début de la sortie de l'adulte. La nymphe ou pupe s'est remplie d'air et constitue une nacelle flottante, qui peut supporter l'insecte. — En *C*, sortie de l'adulte (mâle). (D'après E. Brumpt.)

s'envole. L'opération entière ne dure que quelques minutes, rarement plus de dix ou quinze. Il semble qu'elle exige une eau très tranquille, quoique, d'après M. le Dr Brocher (27), la chute sur l'eau du moustique en train d'éclore n'est pas un accident fatal. L'insecte flotte sur la surface, sans que l'eau le mouille, et dans cette position, il achève de se dégager.

Quelle est la résistance de larves et pupes aux conditions défavorables à leur développement ?

Les facteurs qui peuvent influencer le développement normal des larves et pupes de moustiques sont le degré de salure de l'eau, la dessiccation, la submersion, ainsi que l'action des températures basses et élevées.

Résistance à la concentration saline de l'eau. — Les larves de diverses espèces de moustiques sont connues comme pouvant vivre et se développer dans l'eau salée ou saumâtre. D'après Dutton, les larves d'*Anopheles (Pyretophorus) costalis* peuvent vivre dans 75 p. c. d'eau de mer ; suivant de Vogel, les larves d'*Anopheles vagus* n'habitent que les petits étangs côtiers des Indes néerlandaises, contenant 25 à 30 grammes de sel au litre ; expérimentalement, elles peuvent vivre dans de l'eau renfermant 87.4 grammes de sel par litre. Les larves d'*Anopheles (Pyretophorus) Chaudoyei* ont été récoltées (Foley et Yvernault) dans les mares salées du Sahara, ayant un degré de concentration de 40 grammes au litre (*), et d'après M. Ed. Sergent, les larves d'*Acartomyia mariae* vivent dans les creux de rochers du littoral méditerranéen, où la proportion de sel atteint 60 grammes au litre. (D'après E. Brumpt [29]).

Suivant M. J. W. Scott Macfie (125), à Accra (Côte d'Or), *Ochlerotatus irritans* se développe dans de l'eau contenant 14 pour mille de chlore, *Culex fatigans* dans de l'eau en contenant 16 pour mille et *C. decens*, 20 pour mille (soit 5.28 de NaCl.). Des expériences ont prouvé que *Stegomyia fasciata*, ou bien refuse de pondre dans de l'eau contenant 2 p. c. de sel, ou bien que la vitalité des œufs qu'il y dépose est bien vite anéantie.

D'après M. L. O. Howard (94), des larves de *Stegomyia fasciata* ont été trouvées en vie dans de l'eau saumâtre contenant 55 p. c. d'eau de mer. Avec 40 p. c. d'eau de mer, les larves survivaient encore et complétaient leur cycle vital en donnant naissance à des imagos. Il a été prouvé que, dans la nature, les larves de ce moustique peuvent rester en vie dans de l'eau ayant acquis, par le fait de l'évaporation, une forte concentration saline, et que si, dans la suite, cette eau est suffisamment diluée par les pluies, ces larves peuvent achever leur développement (**).

(*) Suivant M. Langeron (108) *Anopheles turkhudi* List *(Pyretophorus Chaudoyei* Theo) se rencontre dans les oasis du Nord de l'Afrique. Il a été trouvé en Algérie et en Tunisie. De nombreuses larves et nymphes ont été récoltées dans les eaux fortement minéralisées des oasis sahariens et lybiens. L'eau y était claire, le fond sableux et il n'y avait aucune trace de végétation.

(**) Les effets de divers sels sur les larves de *Culex pipiens* ont été expérimentés par M. Gofferje (77).

Les milieux d'élevage dans lesquels furent placées les larves étaient constitués par des solutions normales de chlorures, nitrates et sulfates de sodium, de potassium, de calcium et de magnésium. La durée moyenne de la vie de la larve fut prise comme base et il fut possible ainsi de diviser les solutions en « fatales » (occasionnant la mort dans les 24 heures), « enrayant le développement » et « non actives ».

Le premier groupe (fatales) comprend toutes les solutions diluées de moitié et les solutions au quart de nitrates et de chlorures de potassium et de magnésium.

A l'exception du nitrate de potassium, tous les sels, à la dilution de 1/32 ou 1/64 étaient inactifs ; le sel de cuisine était inactif à 1/16. Le développement des larves fut enrayé par les chlorures et sulfates de sodium et de potassium. Dans des solutions de chlorure de sodium à 1/32 et 1/64, une larve vécut 76 jours ; dans une solution de chlorure de potassium à 1/32 57 jours ; dans une solution de sulfate à 1/64 37 jours ; et dans une solution de sulfate de potassium, 38 jours en moyenne.

Résistance à la dessiccation et à la submersion. — Le degré de résistance des larves et pupes à la dessiccation varie d'après les espèces et d'après le climat. C'est ainsi que, d'après M. L. O. Howard (94), sous un climat sec, les larves de *Stegomyia fasciata* meurent rapidement, lorsque l'eau dans laquelle elles se trouvent est versée sur le sol, tandis que, sous un climat humide, elles peuvent, si les circonstances sont favorables, rester vivre hors de l'eau pendant un temps considérable, et les pupes montrent une grande résistance à la dessiccation.

Des expériences faites par M. Peryassu au Brésil ont montré que, lorsque des larves de *Stegomyia* furent placées sur du papier filtre, aucune ne survécut plus de neuf heures. Placées sur un sol humide, elles restèrent vivre, suivant le degré de température et d'évaporation, jusqu'à treize jours et, remises ensuite dans l'eau, se développèrent en imagos. Des pupes séchées sur du papier filtre survécurent neuf heures et trente minutes.

En ce qui concerne la résistance à la submersion, il est dit dans le mémoire de Mitchell (149) (Mosquito Life, 1907), que Duprée a découvert que les jeunes larves de *Stegomyia* sont remarquablement résistantes à la vie sous l'eau ; elles supportent trois heures de submersion complète et, dans certains cas, furent rappelées à la vie, après être restées cinq heures sans venir respirer à la surface (*). D'autre part, les larves adultes supportent, pendant une heure et demie à deux heures, une immersion totale et cette résistance leur permet de se nourrir au fond des citernes qui ne sont pas trop profondes et de rester sans rapport avec l'air extérieur pendant des périodes très longues. D'après M. A. W. Bacot (8) (Report Yellow Fever Commission, 1914-15), toutefois, les larves et pupes de *Stegomyia* ont été incapables de supporter, pendant vingt heures, une submersion complète.

Résistance aux températures basses et élevées. — La résistance des larves et pupes aux variations de la température diffère également d'après l'espèce. Pour *Stegomyia fasciata*, il n'a pas été directement prouvé que les larves supportent une température de 0° C., quoiqu'elles aient été trouvées par temps de gel, par Francis, à Mobile, Alab. (Etats-Unis), vivant dans des baquets abrités, alors que l'eau des récipients exposés à l'air libre était couverte d'une couche de glace de plus d'un centimètre d'épaisseur. Il est en tout cas certain que les larves de *Stegomyia* peuvent supporter des températures relativement très basses. D'après Bacot (8), les larves et pupes de ce moustique, exposées pendant deux à trois heures à une température d'environ 4 1/2° C., passent de la vie active à la vie latente, les larves se trouvant alors au fond du récipient et les pupes restant à la surface. Les pupes recouvrent leur activité à 15° C. et les larves à 27° C. Quant à l'action des températures élevées, la vitalité des larves de *Stegomyia* s'est maintenue, durant une exposition à la chaleur du soleil, lorsque la température de l'eau variait entre 24°

(*) Comme nous l'avons vu, page 60, ces larves utilisent l'air en dissolution dans l'eau (respiration branchiale et cutanée).

et 40° C. De l'eau chauffée à 46° C. fut mortelle aux larves et aux pupes.

Quelle est la durée totale du développement (cycle vital) des stades larvaires des moustiques?

Dans les conditions normales, la durée de développement des stades larvaires des moustiques est très courte. Par temps chaud, elle est en moyenne de dix à quinze jours, et il en résulte que plusieurs générations de ces Diptères peuvent se succéder en une seule saison. Le rôle essentiel est joué par la température, qui retarde on accélère l'éclosion des œufs, le développement des larves et la sortie des imagos.

Le Dr L. O. Howard a trouvé qu'aux Etats-Unis, la durée minimum du cycle vital de *Culex fatigans*, Wied, était de dix jours, soit 16 à 24 heures pour l'éclosion des œufs, sept jours pour la période larvaire et deux jours pour la période pupale. Toutefois, le temps nécessaire pour le développement d'une génération est indéfiniment prolongé, si la température est froide. Il y a également lieu de supposer que la chaleur raccourcit par contre cette période (*).

Pour les *Anopheles*, dans des conditions normales, c'est-à-dire par un temps favorable, les œufs éclosent en 36 à 48 heures, la période larvaire dure de 11 à 14 jours et la période de nymphose, 2 à 3 jours, de sorte que l'ensemble du cycle vital prend de 14 jours et demi à 19 jours. Par des températures défavorables, toutefois, cette période peut être prolongée jusqu'à 36 jours et plus.

D'après M. S. A. Smith (192), la durée de développement des larves d'*Anopheles punctipennis*, Say (Etats-Unis), varie entre 21 et 25 jours et la période de nymphose est d'environ deux jours. D'après M. J. Zetek (214), dans la zone du canal de Panama, le cycle vital d'*Anopheles tarsimaculatus* prend de 7 à 9 jours. Il y a donc de grandes différences, suivant l'espèce d'*Anopheles* et suivant la température.

Quant à *Stegomyia fasciata*, le moustique de la fièvre jaune, les effets des diverses températures sur la durée de développement des stades larvaires ont été étudiés avec précision par la Commission américaine à Cuba et par la Commission française à Rio de Janeiro, et les résultats obtenus par ces deux commissions sont concordants. Le cycle vital le plus court, observé par Reed et Carroll à Cuba, par un temps d'été, fut de neuf jours et demi, soit deux jours pour l'incubation, six jours pour la période larvaire et 36 heures pour la période de nymphose. Toutefois, ceci est, croit-on, exceptionnel. Par une température d'été moyenne, le temps requis pour une métamorphose complète varie ordinairement entre 11 et 18 jours. Les observateurs français à Rio de Janeiro ont trouvé que l'époque la plus favorable pour un développement rapide était lorsque les températures nocturnes allaient de 26° à 27.25° C. et les températures diurnes

(*) M. A. W. J. Pomeroy (164) établit qu'à Dar-es-Salam (Afrique orientale), le cycle vital minimum de *Culex fatigans* est de moins de 8 jours (192 heures), se décomposant comme suit : éclosion des œufs : 24 heures maximum ; stade larvaire : 120 heures maximum ; stade pupal : 48 heures maximum.

de 27.75 à 31° C. Ils constatèrent que certaines des larves de moustiques atteignaient le stade de nymphose sept jours après l'éclosion des œufs, et l'état adulte le neuvième jour, et que, généralement, la plupart des larves provenant d'une même ponte produisaient des imagos environ vers le dixième jour.

C. — MŒURS DES MOUSTIQUES ADULTES.

1. — Anopheles ou Moustiques de la Malaria.

Quand piquent les femelles d'Anopheles?

Dans les régions inhabitées, les espèces d'Anopheles se nourrissent sans doute du sang des mammifères et oiseaux, du suc des plantes et des fruits et probablement aussi du pollen de certaines fleurs. Plusieurs observateurs pensent que le sang est la nourriture normale des femelles d'*Anopheles* et que celles-ci ne prennent d'autres aliments que si elles n'ont pas de source de sang à leur disposition. Il semble bien que les *Anopheles* femelles soient plus avides de sang que d'autres moustiques et, fait à noter, certaines personnes et certains animaux les attirent plus que d'autres (*).

En règle générale, les moustiques *Anopheles* sont de mœurs nocturnes et les femelles ne piquent qu'après le coucher du soleil ; leur piqûre ne produit qu'une légère irritation. Aux Etats-Unis, cependant, *Anopheles crucians* Wied. et *A. punctipennis* Say, ont été observés, en de rares occasions, attaquant en plein jour. Le fait n'a pas été constaté pour *A. quadrimaculatus*, Say., autre espèce nord-américaine.

Dans leur remarquable ouvrage *Mosquito Control in Panama*, paru en 1916, MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein (117) font observer que, durant les années 1904 à 1912, aucun cas de piqûre en plein jour par les différentes espèces d'*Anopheles* infestant la région du canal de Panama, n'a été signalé (**). En 1912, toutefois, à Gatun,

(*) Suivant M. W. Marchand (138), il a été démontré, par des observations, que l'instinct de piquer est surtout guidé chez *Anopheles punctipennis* par le thermotropisme, c'est-à-dire l'attraction de la chaleur. Les femelles réagissent plus fortement que les mâles. L'odeur ne joue aucun rôle dans l'attraction.

(**) Les espèces d'*Anopheles* les plus importantes de l'isthme de Panama sont les suivantes :

1. — *Anopheles albimanus*, Wied., abondante, très malariale et fréquentant beaucoup les habitations ;
2. — *Anopheles tarsimaculatus*, Goeldi, également très susceptible d'infection malariale ;
3. — *Anopheles pseudopunctipennis*, Théo, commune, mais infestant moins les maisons que les deux premières. Importance moindre au point de vue de la malaria ;
4. — *Anopheles malefactor*, D. K., commune dans les maisons, pique avec vigueur, mais ne paraît pas propagatrice des fièvres ;
5. — *Anopheles argyrotarsis*, R. D.

Les autres espèces d'*Anopheles* : *A. franciscanus*, Mc Crack, *A. apicimaculata*, D. K., *A. gorgasi*, D. K., *A. cruzii*, D. K., *A. punctimacula*, D. K., *A. eiseni*, Coq., n'ont pas d'importance pathologique.

Pour se rendre compte de l'abondance relative des diverses espèces de moustiques dans l'isthme, disons que, d'après Russell (173), le laboratoire du Board of Health avait capturé à Panama, durant 1916, 391,300 moustiques, dont 242,900 *Mansonia titillans*, 55,365 *Anopheles albimonus*, 3,813 *A. tarsimaculatus*, 4 *A. argyrotarsis*, 45 *A. pseudopunctipennis*, 19 *A. apicimaculata*, 114 *A. malefactor*, 265 *Mansonia fasciolatus*, 67 *M. nigricans*, 2,154 *Ochlerotatus taeniorhynchus*, 45 *Aedomyia squamipennis*, 3 *Lutzia allostigma*, 2,068 *Stegomyia fasciata*, 76,145 *Culex sp.*, etc.

En 1919, M. C. S. Ludlow a signalé comme nouvelle espèce d'Anopheles de Panama : *Anopheles nireopalpis*.

ils furent attaqués, en pleine lumière du soleil, par six ou huit femelles d'*Anopheles tarsimaculatus* et *A. albimanus*. Dans l'obscurité, la lumière d'une lanterne protège les parties éclairées du corps, et des observateurs se trouvant dans les rayons directs d'une lampe a acétylène n'ont pas été piqués. Toutefois, la plus légère ombre, même celle projetée par un doigt, suffisait pour provoquer une attaque immédiate d'*A. albimanus*. Les *Anopheles* sont plus voraces au crépuscule et aussitôt après la tombée de la nuit, et les attaques exceptionnelles en plein jour, à Gatun, peuvent probablement s'expliquer par un besoin urgent de nourriture. Quoique des centaines de *Culicines* furent trouvés morts dans les globes des lampes électriques, l'éclat de celles-ci n'attira presque jamais les *Anopheles* (*).

La lumière artificielle exerce-t-elle une influence sur les moustiques?

Il semble cependant que la lumière artificielle exerce une attraction sur les moustiques. A la troisième conférence sanitaire pour les Indes, tenue à Lucknow en janvier 1914, M. C. A. Brentley (26), a exposé les résultats d'expériences faites sur l'attraction que la lumière des lampes exerce sur ces insectes. Sa conclusion générale fut que les moustiques réagissent à la lumière émanant de sources artificielles et que, par conséquent, celle-ci les attire dans le voisinage immédiat de l'homme. Cette constatation explique peut-être le fait observé par Fry et d'autres au Bengale, que, dans certains districts malariés, les villages entourés d'une végétation très vigoureuse sont moins atteints que d'autres, ne possédant qu'une végétation moins dense. De même, elle confirme l'hypothèse de King, qu'un écran d'arbres intercepte l'accès des moustiques et de la malaria. Il est probable que les bungalows brillamment éclairés des Européens attirent souvent au loin les *Anopheles*, et le fait ne devra pas être perdu de vue, dans la construction des maisons protégées contre les moustiques, spécialement dans les localités reconnues comme malariées (**).

Où se cachent les Anopheles pendant le jour?

Durant le jour, on peut trouver les femelles d'*Anopheles* immobiles dans leur attitude si caractéristique, le corps formant avec la surface de repos, un angle de 25° à 55° (***), dans tous les coins sombres des habitations, derrière les rideaux, sous les lits, sur les parois des huttes indigènes ou sur les arbres. Ces moustiques sont très délicats ; le vent et les pluies torrentielles leur sont né-

(*) D'après M. I. Di Paci (50), Schoo a observé, en Hollande, que des moustiques nourris sur des fruits acides n'étaient pas infectés et, en Italie, Celli a signalé que la malaria était rare dans les districts où l'on cultivait les tomates.

(**) M. B. Galli-Valerio (72) a constaté à Vidi (Lausanne) que, la nuit, les moustiques semblent plutôt attirés par l'intensité de la lumière que par sa coloration. D'après les observations de l'auteur, les adultes de *Culex pipiens* se réunissaient toujours sur les carreaux, ou vitres les plus fortement illuminés. Pendant le jour, cependant, ils étaient attirés par les surfaces foncées. Il semble donc à conseiller d'employer des abat-jours foncés dans les districts infestés par les moustiques.

(***) L'angle est surtout ouvert, lorsque le moustique s'est posé au plafond, car alors la pesanteur agit fortement sur l'abdomen, relativement très lourd.

Par contre, l'angle formé par le corps de l'insecte est beaucoup plus faible, lorsque celui-ci se trouve sur une table ou toute autre surface horizontale.

fastes et, immédiatement après un mauvais temps, il est difficile d'en découvrir. Au Congo, les cases des indigènes constituent une des retraites favorites des femelles d'*Anopheles*. Celles-ci restent cachées le jour dans les nombreuses fissures qui se trouvent dans les toits de chaume et on ne les y découvre que par des recherches attentives.

D'après MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein précités (117), on trouve, dans la zone du canal de Panama, les *Anopheles* au repos, sur la partie du tronc des arbres située à l'abri du vent, à moins de 30 centimètres au-dessus du sol ; de même, on les trouve, réunis en grand nombre, sur les écrans de toile métallique garnissant les fenêtres et autres ouvertures des maisons, du côté non exposé au vent, alors qu'ils sont absents de l'autre côté (voir fig. 55).

Les crevasses du sol et les petits amas de foin ou d'herbe sèche accumulés dans les soubassements des maisons surélevées, forment également un des refuges favoris des *Anopheles*, pendant le repos diurne.

Quelle est la durée normale de la vie des Anopheles adultes?

Il est difficile de déterminer expérimentalement la durée normale de la vie des femelles de moustiques dans la nature. Leur longévité dépend d'un grand nombre de facteurs : conditions climatériques, alimentation, ennemis, etc. Suivant certains auteurs, la femelle de moustique meurt, en règle générale, peu après la ponte. Cependant, d'après Kulagin, l'accouplement d'*Anopheles punctipennis*, Say, de l'Amérique du Nord, se produit en automne ou rarement après l'hibernation, et les femelles déposent leurs œufs durant le printemps et l'été suivant. D'après Duprée, des spécimens femelles de cette espèce, en captivité au laboratoire, ont effectué, par intervalles, six ou sept pontes de cent à trois cents œufs.

En nourrissant les moustiques en captivité à l'aide de bananes mûres et de sang, il a été possible de les conserver en vie durant deux mois, mais cette période dépasse de beaucoup la moyenne. Généralement, presque toutes les femelles meurent au bout de deux ou trois semaines et la longévité des mâles ne dépasse pas trois ou quatre jours. M. William B. Herms (90), se basant sur une estimation de l'abondance relative des *Anopheles* dans un district où des mesures sérieuses de destruction ont été prises, évalue la durée moyenne de la vie d'une femelle adulte de moustique, à trente ou quarante jours. Ceci, bien entendu, lorsque la température est favorable.

Hibernation et estivation

Sous les climats tempérés, les femelles d'*Anopheles* fécondées hibernent, c'est-à-dire passent l'hiver à l'état de repos, ce qui prolonge beaucoup leur longévité. Celle-ci peut alors atteindre six à sept mois. En automne, ces insectes pénètrent dans les maisons, les étables, les granges, les dépendances, ou dans d'autres cachettes bien abritées et y restent jusqu'au printemps. On les trouve souvent, en hiver, réunis en grand nombre dans les caves des maisons, où on peut les tuer

par des fumigations. L'intensité du froid n'a aucune influence sur les moustiques hibernants. D'après M. W. B. Herms (90), les moustiques *Anopheles* qui viennent de se réveiller de leur sommeil hibernal, sont actifs, même en plein midi, et piquent avec férocité.

Quelques espèces de moustiques, telle l'*Anopheles bifurcatus*, hibernent, paraît-il, à l'état larvaire (*).

D'autre part, sous les tropiques beaucoup d'espèces de moustiques passent les mois secs et chauds en état d'immobilité (estivation), soit à cause du manque d'eau, soit encore à cause de la sécheresse de l'atmosphère et de l'élévation excessive de la température, toutes conditions défavorables à la ponte et à l'incubation des œufs. Les adultes qui survivent de cette façon sont, pour la plupart, des femelles.

D'après MM. J. E. Dutton, M. B. et J. L. Tood, B. A. M. D. (54), il règne, aux extrémités nord et sud de notre colonie, une saison sèche qui dure plusieurs mois et pendant laquelle il n'y a pas de chutes de pluies ; les milieux favorables à la reproduction des moustiques y sont alors très rares, ou même n'existent pas. Pourtant, les adultes peuvent résister longtemps : les uns sont plongés dans un état d'indolence et d'inactivité ; les autres restent actifs.

En cherchant bien, on peut trouver les premiers dans les coins obscurs des chambres abandonnées, dans les anfractuosités des toits des huttes indigènes, dans les encoignures obscures où on ne vient pas les déranger. Dans ces circonstances, ce sont les mâles qui vivent le moins longtemps. Les femelles prêtes à pondre ont une vie plus longue. Il n'est pas douteux qu'un moustique puisse vivre ainsi de 5 à 6 mois, peut-être même davantage.

Quelle est la puissance de vol des Anopheles?

Il est d'observation courante, que les *Anopheles* adultes n'ont pas un vol puissant. Ils ont les ailes faibles et ont besoin d'herbes et de buissons pour s'abriter du vent (**).

Si l'on constate la présence d'*Anopheles*, écrit M. W. B. Herms (90), on peut être certain que le lieu où se développent leurs larves n'est pas éloigné ; il se trouve généralement à moins de deux cents

(*) Suivant Griffitts T. H. D. (82), les espèces nord-américaines: *Anopheles crucians* et *A. punctipennis* passent également l'hiver à l'état larvaire.

(**) En décembre 1918, M. E. Roubaud (175) a fait une importante communication à l'Académie des Sciences de France, sur les rythmes physiologiques et le vol spontané, chez l'*Anopheles maculipennis*.

Le vol d'*Anopheles maculipennis* semble répondre avec une précision mécanique à certaines lois. Dans le laboratoire, ce moustique reste immobile, apparemment insensible durant tout le jour, à de brusques alternatives de lumière et d'obscurité, mais au commencement du crépuscule, il se lance soudainement en plein vol. Ceci se produit toujours au même moment et si exactement qu'il est possible de s'en servir pour régler une montre, si bien entendu les conditions de luminosité restent les mêmes.

La période de vol, qui est le moment dangereux au point de vue de la transmission de la malaria, ne dépassait jamais, en captivité, les deux premières heures d'obscurité; pendant le restant de la nuit, le moustique restait immobile et il ne montrait aucune velléité de reprendre son activité à l'aube. Par conséquent, dans les conditions normales, *A. maculipennis* passe 20 à 22 heures sur 24, dans un état de repos absolu.

En ce qui concerne la note musicale caractéristique que les *Anopheles* émettent en volant, celle-ci, d'après les observations faites par M. T. Darling (47), à Panama, sur *Anopheles malefactor*, serait associée à la vibration de la trompe.

mètres. Ces insectes ne volent pas à plus d'un mille. Cependant, s'il y a, entre la mare d'origine et les habitations, des herbages courts, régulièrement espacés, ceux-ci facilitent le voyage et augmentent le rayon de vol des *Anopheles*. D'autre part, il semble qu'une ceinture d'arbres agisse plus ou moins comme barrière contre les moustiques.

D'après MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein (117), parmi les huit espèces d'*Anopheles* les plus communes dans la zone du canal de Panama, *Anopheles albimanus* vole habituellement contre une légère brise et s'éloigne beaucoup plus de ses lieux de développement qu'*A. pseudopunctipennis* ou *A. malefactor*. Des observations très intéressantes et très ingénieuses ont été faites à Gatun. Elles ont montré l'existence d'un vol direct d'*A. tarsimaculatus* et d'*A. albimanus*, des mares d'origine vers les habitations de Gatun. Ce vol commençait à la tombée de la nuit et durait de 30 à 45 minutes. Il y avait également un vol de retour, de Gatun vers les marais, commençant à l'aurore et durant environ 30 minutes. Ce vol de retour s'effectuait à une plus grande élévation et était beaucoup plus rapide (*).

L'accouplement se produisait sans doute durant le vol du matin. On trouvait plus de mâles, près des marais, durant ce dernier vol, que durant celui de la soirée.

Il semble que dans les endroits très peuplés, les femelles d'*Anopheles* ne volent pas au delà de l'endroit le plus proche où elles trouvent à s'alimenter. Dans d'autres contrées, où les lieux habités sont assez distants des mares servant de milieu de développement aux moustiques, il est probable que ces insectes effectuent des vols de longue portée. En tout cas, plus la femelle d'*Anopheles* doit aller loin

(*) Pour déterminer le vol d'aller et de retour des moustiques, on a eu recours au marquage d'un certain nombre de spécimens, d'après le procédé de M. J. Zetek. Des larves ou plutôt des pupes d'*Anopheles*, furent récoltées, élevées, et les individus adultes placés dans des cages, à l'abri du soleil et du vent, puis marqués par une tache faite à l'aide d'une solution aqueuse de teintude d'aniline. Des solutions aqueuses d'éosine, de bleu de méthylène, etc., furent également employées, à raison d'un gramme de teinture sèche par 50 cm³ d'eau. Un jet très fin était dirigé sur les moustiques, à l'aide d'un atomisateur, de façon à ne les toucher que par quelques fines particules de liquide. Les moustiques marqués furent libérés à des distances connues, et tous les moustiques trouvés dans les maisons furent ensuite soigneusement récoltés. Chaque spécimen fut traité par une petite quantité d'une solution dissolvant la teinture des individus marqués et permettant de les reconnaître. Cette solution dissolvante était formée de trois parties d'alcool, trois parties de glycérine et une partie de chloroforme.

D'autre part, M. E. F. Quimby a également inventé un appareil très ingénieux pour enregistrer la direction du vol des *Anopheles*. Cet appareil (voir fig. 43) consistait en quatre plaques de verre, agencées dans un châssis de métal monté sur un trépied. Les plaques étaient placées à angle droit, de façon à pouvoir être dirigées vers les quatre points cardinaux. Le verre était enduit d'un mélange de résine et d'huile de ricin, transparent, mais capable d'engluer tous les moustiques entrant en contact avec lui.

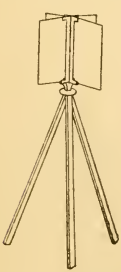


Fig. 43. — Appareil de M. E. F. Quimby, permettant de déterminer la direction du vol des moustiques *Anopheles*. (D'après J. A. Le Prince et A. J. Orenstein.)

pour trouver la ration de sang qui lui est nécessaire, plus ses chances de périr sont grandes (*).

Transport des Anopheles par les moyens artificiels.

Les *Anopheles* ne voyagent pas aussi aisément par mer que d'autres moustiques *(Stegomyia)*, bien qu'on cite comme exemple, leur transport de Bombay à Trieste. D'après M. A. Balfour (13), les navires qui font le trajet de la Guyane anglaise à la Barbade sont souvent envahis par les moustiques, lorsqu'ils quittent Georgetown, mais on n'en trouve plus, à l'arrivée à Bridgetown, le vent les ayant sans doute balayés de toutes les parties exposées du bateau, tandis que ceux qui se tiennent dans la cale ne paraissent pas capables de survivre au roulis pendant 36 heures (**).

Quant au transport artificiel par voie de terre, il paraît qu'à Panama, les moustiques, non seulement pénètrent dans les trains pour piquer les gens, mais encore restent séjourner pendant toute la durée de la nuit dans les wagons de voyageurs, et ne les quittent qu'au lever du soleil.

Les *Anopheles*, se posant également sur les vêtements, peuvent ainsi être transportés à de grandes distances et même être introduits dans les maisons protégées par de la toile métallique et communiquer la malaria aux personnes qui s'y trouvent.

(*) Voici quelques observations relatives au vol des *Anopheles*, publiées de 1917 à 1920, dans les revues scientifiques :

D'après M. le major R. E. Wright (213) (*Journ. Bombay N. H. Soc. janv. 1918*), des essaims d'*Anopheles (Cellia) pulcherrimus* envahirent un bateau hôpital se trouvant dans le Chatt-el Arab, à 15 1/2 milles de la côte. Aucun réceptacle à larves n'existait à bord et durant le trajet de Bombay au point d'ancrage aucun moustique n'avait été signalé.

Dans le sud des Etats-Unis, *Anopheles quadrimaculatus* est probablement le principal agent de transmission de la malaria. MM. J. A. A. Le Prince et T. H. D. Griffitts (119) firent en 1916 des expériences sur la portée de vol de ce moustique, analogues à celles faites à Panama sur *A tarsimaculatus* et *A. albimanus*. Les insectes capturés furent marqués à l'atomisateur, avec une solution aqueuse d'éosine à un pour cent. Au cours d'un premier essai, un spécimen marqué fut repris le troisième jour à environ 1,700 mètres du point de départ; un autre le quatrième jour à 850 mètres et deux autres le sixième jour à 1,000 mètres. Dans un second essai, la distance de vol atteignit 930 mètres dont 240 mètres au-dessus des eaux d'une rivière.

Durant l'été 1918, des expériences sur la portée de vol d'*Anopheles crucians* furent faites par M. C. W. Metz (145) en Alabama (Etats-Unis). Il fut constaté que le rayon de dispersion des *A. crucians* autour des mares d'origine pouvait atteindre 2,100 mètres. Au delà de cette distance les *Anopheles* n'étaient plus en nombre suffisant pour présenter de l'intérêt au point de vue sanitaire.

Enfin M. C. S. Banks (16) dans le *Philippine Jl. of Science, Manila*, de septembre 1919, relate des observations détaillées qu'il fit en mars 1919, aux Philippines, sur les essaims d'*Anopheles subpictus* Grassi. Le 6 mars, à 18 h. 15 quelques mâles furent d'abord observés et en dix minutes trois essaims comptant plusieurs milliers de mâles s'étaient formés. Entre 18 h. 30 et 18 h 40 une cinquantaine de femelles environ se joignirent à l'essaim et furent saisies par des mâles, les couples volant lentement mais directement hors de l'essaim. Dix minutes plus tard, tous les moustiques s'étaient dispersés.

Fait remarquable, une forte brise soufflait à ce moment, ce qui prouve que les *Anopheles* peuvent maintenir leur position et voler aisément dans n'importe quelle direction, par un vent de 8 à 9 milles à l'heure.

(**) D'après M. Bousfield (22), il existe à Khartoum un grand trafic de steamers, bateaux indigènes et trains, venant de districts fortement contaminés.

Dans ces dernières années, par suite du manque de charbon, les transports de bois par bateaux indigènes se sont également multipliés.

Ces bateaux descendent lentement le Nil, venant de districts malariés. Pendant qu'ils sont amarrés à la rive, la nuit, ils sont envahis par les moustiques, qui, après s'être nourris sur l'équipage indigène, se cachent dans la cargaison et y restent tranquilles jusqu'au moment du déchargement. Ils portent ainsi la contamination d'un port fluvial à l'autre.

2. — Stegomyia fasciata ou Moustique de la Fièvre jaune.

Le caractère essentiellement domestique du *Stegomyia fasciata* et son importance comme propagateur de la fièvre jaune font que ce moustique a été mieux étudié que tous les autres et que sa biologie est actuellement très bien connue. Il est donc intéressant d'entrer dans quelques détails à son sujet.

Où et comment se nourrissent les femelles de Stegomyia?

Le *Stegomyia* est, comme nous l'avons vu, un moustique de mœurs domestiques qui ne quitte jamais le voisinage immédiat de l'homme, dont le sang est préféré par la femelle à celui de n'importe quel animal. C'est la nécessité de se nourrir de sang humain et de s'abriter contre les abaissements de température, qui retient la femelle de *Stegomyia* près des maisons. Elle attaque silencieusement, alors que les autres moustiques émettent un bourdonnement ou un son aigu. Elle s'approche furtivement par derrière et se retire à la moindre alerte. Ses points d'attaque favoris sont les chevilles et la face inférieure des mains et des poignets des gens qui sont assis à table. Elle est extrêmement prudente et se cache partout où elle le peut, se réfugiant sous les vêtements, dans les poches, sous les pans d'habit, et pénétrant sous les culottes, pour piquer aux jambes. Dans les maisons, elle se cache dans les coins sombres, sous les cadres des tableaux et derrière les têtes de lit d'ancien modèle.

D'après M. L. O. Howard (94), la femelle de *Stegomyia* suce le sang là où elle le trouve. En captivité, elle a été conservée pendant longtemps en vie, en la nourrissant de miel ou d'autres substances sucrées. Elle est attirée par les parties du corps couvertes de transpiration. Elle pique 18 à 24 heures après être sortie de la pupe. La femelle vierge pique, mais celle fécondée est plus avide. Après absorption du sang, elle est très paresseuse, vole avec difficulté et cherche une cachette où elle peut effectuer sa digestion. Celle-ci dure plusieurs heures. Cet acte accompli, la femelle est de nouveau anxieuse de se nourrir. Normalement, cette espèce opère de fréquentes prises de sang et une femelle a été observée, piquant 12 fois en 31 jours. Il est évident qu'en attaquant un certain nombre de personnes, ses chances d'infection par la fièvre jaune et de transmission de la maladie sont fortement accrues.

La femelle de *Stegomyia fasciata* peut se nourrir du sang de n'importe quel animal à sang chaud, mais, comme il est dit plus haut, ses préférences vont au sang humain. Elle choisit plutôt les hommes de race blanche, que ceux de race noire, et parmi les blancs, elle attaque surtout les personnes jeunes, vigoureuses, à peau fine et à coloration saine. Les personnes âgées ou anémiques sont moins recherchées. Elle suce également le sang des oiseaux, et on en a transporté vivantes du Brésil en Europe, nourries sur des canaris. Ce moustique a été également observé piquant des cadavres.

D'après M. A. W. Bacot (8), la fécondation et la première prise de sang des femelles adultes se produisent aussitôt que possible après

la sortie de la pupe. Le temps sec a une influence retardatrice sur l'alimentation, tant à l'intérieur des maisons qu'à l'extérieur. Il se peut que la sécheresse supprime les émanations odorantes, et qu'ainsi l'insecte ne peut reconnaître la présence de l'hôte.

Quand les femelles de Stegomyia piquent-elles?

Il est admis que la femelle de *Stegomyia* fraîchement éclose pique nuit et jour ; plus tard, elle ne piquerait qu'au coucher du soleil et avant son lever, ce qui fait que la fièvre jaune ne se gagnerait que le soir (*).

L'opinion de M. L. O. Howard (94) diffère quelque peu à ce sujet ; nous la résumons dans les lignes suivantes : « La femelle du *Stegomyia* » *fasciata* n'est ordinairement active et ne pique que pendant le jour, » quoiqu'elle puisse attaquer occasionnellement la nuit, dans une » chambre éclairée. Elle a un vol silencieux et se dépose de préfé- » rence sur des corps noirs ou foncés. Elle est spécialement vorace, » tôt le matin, vers le lever du soleil, et tard dans l'après-midi. En » pleine clarté solaire, elle ne pique pas hors des maisons, mais, » par temps couvert, elle attaque à tout moment. Les lotions der- » miques employées la nuit contre les moustiques ne sont pas aussi » efficaces contre le *Stegomyia* que contre les autres moustiques » semi-domestiques, tels que *Culex fatigans* et *Anopheles*, sp. La » raison en est qu'au moment où la personne qui s'est ainsi protégée » est le plus profondément endormie, c'est-à-dire vers les premières » heures du matin, la lotion est en grande partie évaporée. Or, c'est » précisément ce moment, lorsque les premiers rayons du soleil » entrent dans la chambre, que le *Stegomyia* choisit pour son » attaque. »

Le *Stegomyia fasciata* est, sans nul doute, un des moustiques les plus communs à bord des navires. Comme il y trouve des conditions favorables : obscurité, chaleur, humidité, il peut y rester caché pendant des semaines, dans les soutes, chambres de machines, etc., C'est le motif pour lequel il est essentiel, dans les contrées infestées par la fièvre jaune, de munir d'écrans de toile métallique les bateaux qui font le trafic sur les fleuves et rivières et d'insister pour que les navires soient mouillés, dans les ports infestés, à la plus grande distance possible de la côte.

Quelle est la longévité des Stegomyia?

D'après M. L. O. Howard (94), des femelles adultes de *Stegomyia fasciata* ont été conservées en vie, pendant de longues périodes, en les nourrissant de bananes ou autres fruits, de miel, de mélasse ou autres substances sucrées. Au delà du quarantième jour, la mortalité devient grande. Ces femelles survivent toutefois plus longtemps dans une atmosphère humide que sèche. Guiteras, à Cuba, a réussi à tenir en vie, pendant 101 jours, cinq moustiques femelles

(*) En effet, d'après Marchoux et Simond (139) les femelles de *Stegomyia* venant d'éclore piquent le jour et la nuit. Plus tard, cependant, elles n'attaquent plus qu'au crépuscule.

adultes infectés de fièvre jaune (*). Cette période fut même prolongée jusqu'à 154 jours, pour un de ceux-ci. Le plus vieux mâle conservé en captivité a vécu 72 jours.

Quant au temps pendant lequel le *Stegomyia* peut transmettre le virus de la fièvre jaune, nous savons déjà que l'incubation de la maladie dans le corps du moustique demande douze jours et que ce n'est qu'après cette période que le *Stegomyia* infecté devient dangereux. Il le demeure probablement alors, ajoute M. L. O. Howard, aussi longtemps qu'il est capable de piquer (plus de deux mois, d'après Brumpt [29]).

Quelle est l'influence de la température sur le Stegomyia?

Le moustique de la fièvre jaune adulte est tué par le froid. C'est le motif pour lequel les épidémies qui sévissaient dans le Sud des Etats-Unis cessaient à l'apparition des premiers froids, en novembre-décembre (**).

Suivant M. le Dr L. O. Howard (94), le *Stegomyia fasciata* est, en fait, extrêmement sensible aux variations de la température. Il montre la plus grande activité lorsque le thermomètre est dans le voisinage de 28° C. Lorsque la température s'élève ou s'abaisse de quelques degrés au-dessus ou en-dessous de ce point, son activité est fortement réduite. Au delà de 39° C., la chaleur lui est fatale. Lorsque la température tombe en dessous de 17° C., le moustique devient lent et paresseux et ne cherche plus à se nourrir. De 12° à 14° C., il s'engourdit, vole avec difficulté et vacille sur ses pattes. Il meurt rapidement, lorsque la température descend à 0° C. Exposé, pendant une courte période, à une température de 9.5° à 10° C., et placé ensuite dans une chambre chaude, il revient à la vie, mais meurt si une température de 4° C. est maintenue pendant plus d'une heure. Il peut être conservé en vie pendant quelque temps, à des températures allant de 7° à 9° C. (***).

(*) D'après Fielding (65), (expériences précitées faites en Australie), la durée de la vie des adultes de *Stegomyia fasciata* varie fortement avec l'alimentation. Pour les individus non nourris, 7 jours constituent un maximum; ce dernier atteint 93 jours pour ceux qui reçoivent en suffisance du sang et des bananes.

Aucune ponte ne se produisit chez les femelles recevant une autre nourriture que du sang, sauf dans le cas où ce dernier était remplacé par de la peptone et du sucre.

(**) D'après M. P. C. Flu. (*Geneesk. Tijdschrift, Ned. Indië*, n° 3, 1920) (68), des essais ont été faits dans les chambres frigorifiques d'un steamer. Une température un peu inférieure à 0° tue *Stegomyia fasciata* en 24 heures. Le même résultat s'obtient dans une chambre où la température ne s'élève pas au-dessus de 6° C. A une température oscillant entre 7 et 10° C., le moustique s'engourdit très vite, mais ne meurt qu'au bout de 4 jours.

D'autre part, M. J. W. Scott Macfie (132), dans les *Ann. Trop. Med. and Parasit*, de Liverpool, du 30 juin 1920, dit qu'il résulte d'expériences que c'est au stade d'œuf que la résistance du *Stegomyia fasciata* à des expositions soudaines, pendant 5 minutes, à des températures élevées, est la plus grande; elle est un peu moindre au stade nymphal et minimum aux stades larvaire et adulte. De plus, les effets de la chaleur variaient grandement suivant le mode d'application, le temps employé pour atteindre la température expérimentée et la durée pendant laquelle celle-ci était maintenue. Dans une atmosphère sèche, les moustiques adultes semblaient plus sensibles à l'action de températures élevées.

(***) Suivant le rapport de la commission française de Rio-de-Janeiro (Brésil), entre 29° et 35 C., le *Stegomyia* pique à toute heure de la journée et surtout à partir de 11 heures du matin; entre 19° et 25°, il pique peu et refuse de piquer entre 14° et 18° C. Par des températures de 30°, il pique avec acharnement et, après s'être repu, fait sa digestion, qui dure soixante heures !

Quelle est la puissance du vol du Stegomyia?

Le Stegomyia fasciata a un vol très puissant, mais ses mœurs domestiques font qu'il ne se transporte pas très loin en une fois et qu'il est rarement trouvé en dehors des habitations. Il vole plutôt par étapes et ses déplacements sont facilités par le couvert des arbres ou par une longue rangée d'habitations ou de huttes. Il peut ainsi passer d'un point à un autre, tout en étant abrité du vent et de la pluie. Ce moustique ne vole pas très haut et se rencontre principalement aux étages inférieurs des habitations. L'effet des forts courants d'air sur cette espèce est encore très discuté. D'après certains observateurs, ceux que produit un ventilateur mécanique sont sans action sur le vol du *Stegomyia*, tandis que, d'après d'autres, on ne trouve jamais ce moustique [illegible]

Il existe une relation entre le rayon de vol du *Stegomyia fasciata* et la distance de la côte à laquelle les vaisseaux doivent être ancrés dans les ports infestés de fièvre jaune. Toutefois, lorsqu'un navire est ancré à une certaine distance de la côte, il est difficile de déterminer si les *Stegomyia* trouvés à bord s'y sont transportés par leurs propres moyens, ou s'ils ont été introduits par les personnes venues du port, pour visiter le navire. Dans ce dernier cas, ils peuvent s'être réfugiés sous le col des habits ou s'être cachés dans d'autres parties des vêtements. Il est à peu près certain que des vaisseaux mouillés à plus de 800 mètres de la côte ne peuvent être visités par des moustiques de la fièvre jaune venus par la voie des airs.

Quelles sont les conditions de l'accouplement et de la ponte chez le Stegomyia? — Influence de l'alimentation sur la ponte.

Chez le *Stegomyia*, l'accouplement se produit ordinairement durant le vol, quoique parfois la femelle se pose avant que la copulation ne soit terminée. L'acte ne demande qu'une fraction de minute. La température a une grande influence sur l'activité sexuelle. En dessous de 20° C., l'accouplement s'opère rarement. Le même mâle peut avoir de fréquents rapports avec diverses femelles, et ceci à intervalles rapprochés.

Il semble certain, dit M. L. O. Howard, que le développement des œufs chez la femelle du *Stegomyia* ne peut se produire que lorsque celle-ci est gorgée de sang. La ponte s'opère quelques jours après la prise de nourriture. Si une femelle fécondée est nourrie de substances sucrées, les œufs ne se développent pas, mais si, après 15 ou 20 jours de ce régime, elle reçoit une ration de sang, les œufs se forment aussitôt. L'alimentation sanguine hâte le développement des œufs, mais raccourcit la vie du moustique ; une ration de miel, d'autre part, empêche la formation des œufs et prolonge sa vie. Le plus court intervalle entre la prise de sang et la ponte, paraît être de deux jours, et le plus long de sept (*).

(*) D'après S. K. Sen (185), *(Agric. Jl. India*, Pusa, octobre 1918), des expériences ont permis de formuler les conclusions suivantes :

1. La chaleur, tout en engageant les moustiques à piquer, ne les pousse pas à sucer ;
2. La teneur du sang en sels et en sucre n'est pas ce qui engage les moustiques à sucer ;
3. Le sang de chèvre n'attire pas les moustiques.

L'hypothèse que le sang est nécessaire à la production des œufs est contredite par

Voici ce qu'écrit M. A. W. Bacot (8) précité *(Yellow Fever Commission, West Africa*, 1914-1915), à propos de l'influence de l'alimentation sur la ponte, chez les femelles de *Stegomyia fasciata :*

L'accouplement et la première prise de sang se produisent chez les femelles adultes, aussitôt que possible après la sortie de la pupe. Le dépôt d'œufs fécondés, après la première ration de sang, ne se fait que s'il y a de l'eau ou des surfaces humides à portée de la femelle. Des femelles vigoureuses se nourrissent 24 heures après la ponte, et à nouveau le jour suivant. Les chèvres, chiens et rats constituent une bonne source de sang. A deux reprises, des œufs isolés furent déposés par des femelles nourries respectivement d'un mélange de sang et de miel et de sang et de sirop. Sans alimentation, le stade adulte dure six à huit jours, douze au maximum. L'humidité favorise davantage la prolongation de ce stade que la sécheresse ou l'alimentation de sang. Par temps défavorable à la ponte, la durée moyenne de vie de la femelle adulte s'est prolongée jusqu'à 31 jours, avec 74 jours comme limite extrême. Des expériences faites en vue de provoquer la ponte sans prise de sang préalable, donnèrent des résultats négatifs. Dans un cas, une femelle ayant vécu sans pondre pendant 56 jours, sur du miel et du blanc d'œuf, reçut ensuite trois rations de sang et déposa des œufs fertiles, quatre jours après la première. La période maximum pendant laquelle les spermatozoïdes restèrent actifs fut de 62 jours ; la femelle en question pondit encore plusieurs fois des œufs après ce laps de temps, mais ceux-ci furent stériles. Un mâle a fertilisé dix femelles sur vingt et une, mais ces femelles ne pondirent que peu d'œufs. Ce fait peut être dû à une alimentation insuffisante pendant la période larvaire. La sécheresse de l'air a surtout été fatale aux adultes.

Enfin, dans les observations de M. J. W. Scott Macfie (125), en Afrique occidentale (1915), nous relevons ce qui suit sur le même sujet :

Des adultes de *Stegomyia*, récemment éclos, furent tenus en captivité dans des récipients de verre contenant au fond un peu d'eau. Du sang humain leur fut fourni journellement. Les mâles vécurent au maximum 28 jours et les femelles 62 jours. La première prise de sang fut faite par la femelle le deuxième ou le troisième jour après la sortie de la pupe. Il y eut d'abord fécondation, puis prise de sang, puis ponte. Les œufs furent pondus le sixième ou le septième jour, et, régulièrement, la femelle se gorgeait de sang, aussitôt après chaque ponte. Ces dernières se succédèrent à des intervalles de trois ou quatre jours, pendant toute la vie, le nombre d'œufs déposés lors de chaque ponte variant dans de fortes proportions. Une femelle non fécondée conserva son pouvoir reproducteur pendant 43 jours, et il a été démontré par Goeldi, que des œufs fertilisés peuvent être

le fait que des femelles fraîchement écloses de *Stegomyia albopicta* ont pondu après avoir été nourries de lait et de peptone, édulcoré par du sucre de canne ou même de sucre de canne seul.

Il est probable que l'odeur des aliments joue un rôle important dans l'attraction des insectes. En ce qui concerne les moustiques, cette odeur est probablement celle de la sécrétion sébacée.

retenus pendant 102 jours dans l'abdomen d'une femelle à jeûn. Une température de 37° C. semble raccourcir la vie de la femelle du *Stegomyia fasciata*, diminuer son avidité pour le sang et annihiler sa fécondité. Finalement, des expériences d'élevage ont montré que des *Stegomyia* adultes provenant d'une même ponte, peuvent se féconder et se reproduire entre eux.

Transport du moustique de la fièvre jaune par les moyens artificiels.

Les *Stegomyia* peuvent souvent être transportés à de grandes distances, par des moyens artificiels.

C'est ainsi que ces moustiques, introduits à bord des bateaux par les vents de terre ou à l'occasion de l'embarquement des marchandises diverses (*), peuvent être transportés en des ports très éloignés. On a trouvé des *Stegomyia* à New-York, sur des navires venant de Vera-Cruz, et les épidémies de fièvre jaune qui se sont produites autrefois à Philadelphie et dans d'autres villes du Nord des Etats-Unis sont imputées au transport par les navires des *Stegomyia* infectés.

Les wagons de chemins de fer servent également à la dissémination des moustiques, qu'ils transportent souvent en grand nombre. Au Mexique, l'aire d'action du *Stegomyia fasciata* fut étendue de la côte (Vera-Cruz) vers l'intérieur (Cordoba, puis Orizaba), par la voie ferrée et, presque chaque été, aux Etats-Unis, ce moustique est transporté par trains, de la Nouvelle-Orléans, Mobile et autres villes du Sud, jusqu'à Washington, Baltimore et New-York.

(*) Les moustiques provenant d'une ville infestée de fièvre jaune sont descendus dans les soutes des navires, avec les fruits le sucre et les divers produits d'exportation.

Arrivées à destination, ces marchandises sont déchargées; les moustiques, à jeûn depuis longtemps et vivant dans l'atmosphère chaude et humide des bateaux à vapeur s'empressent de piquer et de transmettre le virus de la fièvre jaune, qu'ils peuvent conserver plus de deux mois. (D'après E. Brumpt (29).

CHAPITRE III

MOYENS DE PROTECTION ET DE LUTTE CONTRE LES MOUSTIQUES.

Les connaissances précises acquises actuellement sur l'évolution et les mœurs des moustiques, ainsi que sur la manière dont ils transmettent la malaria et d'autres maladies, ont eu comme heureux résultat la découverte d'un grand nombre de moyens efficaces de lutte contre ces terribles Diptères.

Parmi ces moyens, les uns visent simplement à empêcher la piqûre des moustiques et à éviter ainsi la transmission des maladies. Ils n'éteignent pas les foyers du mal, mais enrayent leur extension.

Les autres, d'une portée plus générale, ont pour but la destruction des moustiques eux-mêmes : adultes et larves. Grâce à eux, une région infestée par la malaria peut devenir salubre et être désormais à l'abri de la contagion.

Les moyens de protéger les personnes contre la piqûre des moustiques femelles sont des moyens mécaniques, tels que l'emploi de lotions, l'utilisation de moustiquaires et d'écrans de toile métallique, etc. Pour être vraiment efficaces, ces moyens doivent marcher de pair avec les mesures prophylactiques tendant à rendre la piqûre des moustiques inoffensive, par la suppression des sources d'infection. Ces dernières mesures — qui sont entièrement du domaine de la médecine — consistent, pour la malaria, dans le traitement systématique par la quinine des habitants des régions contaminées, jusqu'à ce que la maladie s'éteigne d'elle-même.

En Italie, les procédés de protection contre les piqûres ont fait baisser le taux de la malaria de 65-70 à 14 pour cent, et l'adoption subséquente de la médication à la quinine a permis de réduire ce dernier taux à 4 pour cent.

Les moyens de destruction des moustiques s'attaquent aux insectes adultes et aux larves. Supprimer les adultes par fumigation, aspersion, capture, etc., est certes une mesure très utile, mais d'une portée assez restreinte ; la vraie méthode, celle qui atteint le mal dans sa racine, consiste à détruire les larves et pupes des moustiques, en supprimant, en rendant inhabitables ou en empoisonnant les agglomérations d'eau qui leur servent de milieu de développement. La destruction des larves a donné des résultats excellents dans diverses contrées tropicales et subtropicales et a abouti à une modification des plus heureuses de leur état sanitaire.

Avant de passer à l'étude détaillée des diverses catégories de mesures préventives et curatives proposées contre les moustiques, nous attirons l'attention des coloniaux sur le fait que l'application pratique de ces mesures dépend des circonstances locales. Certains moyens sont d'une efficacité parfaite, mais leur exécution entraîne des dépenses initiales assez élevées. D'autres n'aboutissent qu'à des résultats partiels mais sont, par contre, faciles à employer et peu coûteux. Qu'on commence par ces derniers ; le bien qui en résultera fera mieux comprendre la nécessité de mesures plus générales, à exécuter en commun ou qui demandent l'intervention des organismes officiels.

Une chose paraît certaine, c'est qu'au Congo belge, l'état actuel des connaissances sur les moustiques est encore trop peu avancé pour pouvoir faire des distinctions parmi ces insectes. Pour aboutir à un résultat pratique, *il faut donc détruire indistinctement tous les moustiques*, tant ceux qui hantent les habitations et se propagent dans le voisinage immédiat de l'homme *(Culex, Stegomyia)*, que ceux dont les larves se développent dans les mares et autres masses naturelles d'eau *(Anopheles)*. Si tous les moustiques ne sont pas dangereux, au point de vue de la transmission des maladies, leur soif de sang en fait toujours des êtres éminemment incommodes, rendant le séjour sous les tropiques anémiant et diminuant la capacité de travail de ceux qui ont à souffrir de leurs attaques.

A. — MOYENS DE PROTECTION CONTRE LA PIQURE DES MOUSTIQUES.

Choix d'une localité non infectée.

Pour se protéger contre la malaria, le meilleur moyen consiste évidemment à s'établir dans ue localité saine, où personne n'est atteint de la maladie et qui n'est pas visitée par les moustiques propagateurs.

Dans les régions malariées, les habitations seront édifiées si possible à plus d'un kilomètre de marais, terrains irrigués, mares, rivières ou cours d'eau, susceptibles de servir de milieu de développement aux larves d'*Anopheles*. Les populations seront ainsi hors de portée des moustiques et la contamination ne pourra se produire.

Les établissements habités par les blancs devront également être placés à bonne distance des agglomérations ou baraquements indigènes. Comme nous le verrons plus loin, page 106, les noirs et surtout leurs enfants constituent de vrais réservoirs d'infection, et les *Anopheles* ont vite fait de communiquer le germe de la malaria aux Européens qui vivent dans leur voisinage.

Substances qui éloignent les moustiques (*Culicifuges*)

Emploi de lotions empêchant la piqûre des moustiques.

L'alcool camphré, frotté sur la figure et les mains, ou quelques gouttes de ce liquide versées, le soir, sur l'oreiller, éloignent pendant un certain temps les moustiques. L'huile de pennyroyal

(pouliot) a les mêmes propriétés répulsives, mais aucune de ces deux substances n'a une évaporation assez lente pour agir pendant toute la nuit. L'huile de menthe, le jus de citron et le vinaigre ont été également recommandés, et l'huile de goudron a été utilisée dans des régions où les moustiques sont spécialement abondants. L'huile de citronnelle est un excellent agent répulsif, qui éloigne les moustiques plusieurs heures durant, mais son odeur n'est pas aisément supportée par toutes les personnes (*). Le mélange suivant est recommandé par le M. le Dr L. O. Howard (92), qui en a reçu la formule de M. C. A. Nash, de New-York :

Huile de citronnelle	1 once,	soit 28 gr.
Alcool camphré.	1 »	28 »
Huile de cèdre	1/2 »	14 »

Il suffit d'habitude, pour éloigner les moustiques ordinaires des maisons, de verser quelques gouttes de ce mélange sur un essuie-mains éponge suspendu à la tête du lit. Lorsque ces insectes sont très abondants et attaquent avec persistance, on s'en enduira légèrement, avant de s'endormir, la figure et les mains. Ce mélange perd toutefois de son efficacité à la fin d'une longue nuit. A l'aube, lorsque le sommeil est le plus profond et que le *Stegomyia fasciata* ou moustique de la fièvre jaune, commence à piquer, il s'est assez évaporé pour avoir perdu une grande partie de sa vertu culicifuge. Il ne peut donc servir à éloigner ce moustique, à moins qu'on ne s'éveille en temps pour en faire une nouvelle application.

(*) MM. A. Bacot et G. Talbot (10), ont expérimenté pour le War Office, l'efficacité comparée de certains culicifuges, dans les conditions de laboratoire (*Parisotology*, Cambridge, fév. 1919).

Le moustique employé pour les essais fut le *Stegomyia fasciata*.

Douze des préparations expérimentées étaient à base de cire, 3 étaient de nature grasse, 3 liquides et 3 sous forme de savons.

Il fut trouvé que les substances grasses ou les savons étaient d'une application plus aisée et plus économique, mais que celles à base de cire avaient, par contre, une action plus persistante. Les liquides, spécialement ceux très volatils, étaient d'un emploi difficile et les savons durs s'appliquaient le mieux en mouillant d'abord la peau.

Un culicifuge idéal doit :

1° S'étendre aisément, de façon à être rapidement et facilement appliqué sur les parties du corps à protéger ;

2° Etre d'une consistance telle qu'il adhère énergiquement à la peau ;

3° Retarder la volatilisation des principes actifs qu'il renferme.

Les goûts individuels des personnes, en ce qui regarde les odeurs, sont si différents et la répulsion pour certaines d'entre elles si intense, qu'il est difficile de déterminer d'une manière générale, parmi un certain nombre de préparations de même valeur protectrice, la plus recommandable.

Dans la première série d'essais, huit préparations sur ving-deux donnèrent des résultats satisfaisants. Les substances actives étaient : huile de casse et camphre ; huile de casse et menthe ; huile d'eucalyptus et citronnelle avec acide phénique ; naphtaline brute (fours à coke) et camphre ; parasitox brut et huile légère de bois ; huile de térébenthine ; composé culicifuge de Lawson. Aucune de ces préparations, essayées plus de 2 heures, ne donna une protection complète ; celles relativement les plus efficaces étaient l'huile de casse avec camphre, l'huile de térébenthine, l'huile de casse avec menthe, l'huile légère de bois et le naphtaline brute avec camphre. Des observations sur la manière de se comporter des moustiques durant les essais semblent prouver que la protection n'est pas due à la répulsion des insectes pour les culicifuges, mais au fait que ces substances masquent l'odeur humaine.

M. E. H. Gane, de New-York, recommande la formule ci-dessous :

Huile de ricin	1 once,	soit	28 gr.
Alcool.	1 »		28 »
Huile de lavande	1 »		28 »

Ce mélange a été préparé en vue d'éviter l'odeur de l'huile de citronnelle.

Une autre formule est due à M. Oscar Samostz, d'Austin (Texas) :

Huile de citronnelle	1 once,	soit	28 gr.
Vaseline liquide.	4 »		112 »

Ce mélange ralentit fortement l'évaporation de l'huile de citronnelle. M. B. A. Reynolds a employé, avec succès, à la Nouvelle-Orléans, un mélange de vingt gouttes d'huile de citronnelle par once (28 gr.) de vaseline.

— Le British Museum (Natural History), dans ses affiches de vulgarisation : *The Mosquito Danger*, mentionne également les préparations suivantes :

I. — *Eucarcit*, composée de 2 onces (56 gr.) d'huile d'eucalyptus, 4 gouttes de solution alcoolique saturée d'acide phénique et 2 onces (56 gr.) d'huile de citronnelle. Mélanger intimement les trois liquides. Agiter avant usage. Quelques gouttes seront étendues sur les mains, la figure et le cou, avant de se mettre au lit ;

II. — Préparation recommandée par M. le professeur F. M. Howlett : une once (28 gr.) d'huile de casse ; deux onces (56 gr.) d'huile brune de camphre ; trois onces (84 gr.) de vaseline, de lanoline ou d'huile à salade (olive ou arachide). Bien mélanger et frotter une petite quantité sur la peau, avant la tombée de la nuit (*) ;

III. — Divers produits spéciaux : Paraquit (en tubes) ; Amerind (en tubes) et Parasitox (en bâtons) ;

IV. — Une once (28 gr.) d'huile de menthe ; deux onces (56 gr.) de vaseline ou d'alcool et une once (28 gr.) d'huile de casse.

D'après M. F. W. Edwards, B. A. assistant au Département d'Entomologie du British Museum (Natural History) (61), quelques autres formules ont aussi donné de bons résultats :

I. — Huile essentielle d'oranges : 30 gr. ; alcool camphré : 30 gr. ; huile de cèdre : 15 gr.

II. — Huile de ricin, alcool et huile de lavande, en parties égales ;

III. — Huile essentielle d'oranges, 30 gr. ; vaseline liquide, 120 gr.

— La *Bamber Oil* est également une excellente lotion contre les moustiques, employée par les coolies des plantations de Ceylan, etc.

(*) La formule recommandée par M. le prof. F. M. Howlett a été établie à la suite d'un nombre considérable d'expériences, faites aux Indes, en vue de déterminer la valeur relative des huiles essentielles pour l'éloignement des moustiques et autres mouches piqueuses (Simulies).

Sa formule est la suivante :

Huile de citronnelle	1 1/2	parties
Paraffine liquide ou pétrole	1	»
Huile de noix de coco	2	»

Plus un pour cent d'acide phénique.

Son efficacité dure de quatre à six heures.

Enfin, l'on a encore recommandé une solution à 5 pour cent de sulfate de potasse. ainsi que diverses huiles essentielles. Le pétrole a été également utilisé, sur une grande échelle, aux îles Philippines. Il est efficace et recommandable pour les campements militaires, mais son odeur est désagréable (*).

Substances écartant les moustiques des animaux domestiques.

On sait qu'à défaut de sang humain, les moustiques femelles se nourrissent sur tous les animaux à sang chaud, et notamment sur ceux qui vivent dans le voisinage de l'homme. Si l'on songe qu'après chaque prise de sang, le moustique femelle pond un certain nombre d'œufs et que cette ponte est indéfiniment retardée, tant qu'il reste à jeûn, on en déduira qu'une mesure efficace à prendre pour combattre la propagation des moustiques. consiste à les empêcher de se nourrir sur les animaux domestiques (**).

A cette fin, tout d'abord, l'emploi des fumigations pour la destruction des moustiques adultes, dont il sera question plus loin, pourra s'étendre à tous les locaux servant d'abri au bétail. Les écuries et étables seront, de plus, nettoyées à courts intervalles, les murs seront badigeonnés à la chaux ou à un autre enduit de couleur claire (***) et les ouvertures seront garnies de toile métallique. Il y aura lieu, en outre, d'envisager l'application au bétail de substances protectrices.

Ces dernières substances ne sont pas uniquement destinées aux moustiques, mais serviront à éloigner des animaux domestiques tous les

(*) D'après M. G. D'Ormea (51), la vaseline contenant 1 pour cent de thymol est recommandable comme culicifuge, tant à l'intérieur des maisons qu'à l'extérieur.

Toutefois, M. E. Martini (142) fait remarquer que l'onguent au thymol, recommandé par D'Ormea, est sans action sur le *Stegomyia fasciata*.

Au reste, la manière de se comporter des moustiques vis-à-vis des substances culicifuges est très variable suivant l'espèce. En 1914, il fut observé que le savon à la citronnelle et d'autres savons et teintures similaires étaient efficaces contre le *Culex pipiens* et sans action sur le *Culex nemorosus*.

D'autre part, M. Pomeroy A. W. J. (164), parlant de la lutte contre la malaria à Dar-es-Salam (Afrique orientale), dit qu'un mélange composé de 30 grammes de savon mou, 20 cm. cub. de paraffine et 20 cm. cub. d'huile d'eucalyptus fut reconnu comme le plus efficace pour éloigner les moustiques. Son emploi n'est cependant pas toujours à conseiller.

Enfin, M. Eckstein (57), au cours de la lutte antimalariale en Bavière, a eu l'occasion d'essayer diverses préparations culicifuges. Certaines substances inodores se montrèrent parfois aussi efficaces que celles ayant une odeur très prononcée. L'huile de bois de cèdre est meilleure que les huiles essentielles provenant de plantes indigènes. Quoique d'un emploi peu facile, l'huile de foie de morue est plus efficace que le pétrole.

(**) Les bestiaux en pâture peuvent, en rentrant à l'étable, apporter sur eux des moustiques provenant d'agglomérations d'eau plus ou moins éloignées.

(***) Il est à noter que les animaux de coloration claire souffrent moins des attaques des Diptères suceurs, que ceux de coloration foncée.

Diptères suceurs de sang : tsétsés, taons, mouches d'étable, etc., ainsi que les mouches à larves parasites. Il existe un grand nombre de ces remèdes externes, contenant divers produits désagréables aux mouches. Un bon produit de ce genre. doit pouvoir être appliqué extérieurement aux animaux, sans danger pour eux, et son action répulsive sur les mouches doit persister suffisamment longtemps pour qu'il soit d'usage pratique. Ce dernier desideratum est difficile à réaliser (*).

En général, les substances protectrices sont liquides et sont appliquées aux animaux à l'aide d'un bain, d'une pompe d'aspersion ou d'un pulvérisateur.

Il résulte d'expériences faites en 1914, à l'initiative du *Bureau of Animal Industry* du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, par M. H. W. Greybill, D. V. M. (80), que les mélanges suivants sont recommandables :

1. — Mélange d'huiles de graines de coton et de 10 p. c. d'acide phénique brut (21.8 p. c. de phénols) ;

2. — Mélanges d'huile de graines de coton et de 10, 20 ou 50 p. c. de goudron de pin ;

3. — Mélanges d'huile de graines de coton ou d'huile de Beaumont et de 10 p. c. d'huile de goudron (14 p. c. de phénols) ;

4. — Mélanges d'huile de graines de coton et de 10 p. c. d'huile de citronnelle, d'huile de sassafras ou d'huile de camphre.

Tous ces mélanges ont une action répulsive très forte sur les mouches et moustiques et sont inoffensifs pour les animaux lorsqu'ils sont appliqués légèrement. Leur défaut général est que leur action ne perdure pas au delà de 24 heures et qu'ils doivent, par conséquent, être renouvelés tous les jours.

— Une application légère d'huile de poisson ou d'huile de foie de morue agit également d'une manière efficace pendant dix à dix-huit heures. La poudre de pyrèthre a une action répulsive très marquée, mais, comme les autres substances, elle ne conserve son effet que pendant une journée. L'effet de la poudre de tabac est moins intense, mais plus durable.

— Un mélange de 4 1/2 litres d'huile de poisson, 4 1/2 litres de pétrole, 4 1/2 litres de lait légèrement suri et 170 grammes d'huile de citronnelle, forme, d'après M. A. W. Baker (12), un excellent agent de protection du bétail. Les proportions recommandées sont d'une partie du produit pour deux, trois ou quatre parties d'eau. Une application tous les deux, ou même tous les trois jours, serait suffisante (**).

(*) M. Mérillat L. A. (144) recommande dans *Amer. Journ. Veter. Med.*, de Chicago, de juillet 1920, le mélange suivant, comme susceptible d'éloigner les moustiques et mouches durant les opérations chirurgicales et le traitement des animaux malades. Faire bouillir dans 20 litres d'eau jusqu'à dissolution complète, 500 grammes de savon ordinaire de ménage; puis ajouter 100 grammes de naphtaline, dissoute dans 4 1/2 litres de pétrole brut. Le mélange est appliqué, soit à l'aide d'une brosse, soit tamponné sur les poils avec une éponge ou un morceau de drap.

(**) La plus importante maladie qui, aux Indes, attaque les chameaux est la surra. M. H. E. Cross (42) a exposé en 1916-17, les résultats de nombreuses expériences faites au Punjab et ayant pour objet d'enduire ou d'asperger les chameaux avec diverses émulsions éloignant les mouches suceuses qui transmettent la surra (*Stomoxys calcitrans*, etc.).

Une émulsion consistant en 25 grammes de crésol, 50 grammes de liquide de Pix,

Remèdes contre les piqûres des moustiques.

Outre les risques de transmission de maladies, les piqûres des moustiques causent souvent une irritation intense qui incite le patient à se gratter ; il peut en résulter un empoisonnement du sang. Il paraît, d'autre part, que les personnes qui ont été très souvent piquées par les moustiques, acquièrent un grand degré d'immunité contre l'irritation produite. Il n'y a plus alors qu'une inflammation très passagère ou même nulle. D'après M. le Dr Howard (92), le meilleur remède contre la piqûre des moustiques est le savon. Il faut mouiller un morceau de savon de toilette et le frotter doucement à l'endroit de la piqûre ; l'irritation disparaîtra bientôt. D'autres personnes recommandent l'ammoniaque, l'alcool ou la glycérine. Un de mes correspondants, ajoute M. Howard, frotte la piqûre avec un morceau d'indigo ; un autre recommande la naphtaline, un autre encore l'iode (*).

Emploi de plantes éloignant les moustiques.

Certaines plantes auraient la propriété d'écarter les moustiques. Parmi celles-ci, on peut mentionner diverses espèces d'eucalyptus, le ricin, le mûrier, etc. On a beaucoup écrit au sujet des plantes éloignant les moustiques et les opinions sont très contradictoires quant à la réalité de leur action. En fait, dit M. L. O. Howard, tous les essais faits dans diverses contrées par des hommes de science ont toujours abouti à des résultats négatifs. Il semble plutôt qu'il s'agisse là d'une croyance populaire, sans fondement sérieux.

Vers la fin du XIXe siècle, il était d'usage courant de planter des eucalyptus dans les districts malariés. On croyait, en effet, que l'huile essentielle produite par les feuilles de cette plante réagissait contre

200 grammes de savon mou et 1 1/2 litre d'eau avait une certaine efficacité en éloignant les Tabanides, lorsque les chameaux étaient tenus à l'ombre, mais aussitôt que l'émulsion était séchée sur la peau, elle perdait toute action, et chez les animaux exposés au soleil, l'effet ne perdurait qu'environ une demi-heure.

La lotion de Jensen (4 1/2 litres de pétrole, 100 grammes de naphtaline en poudre, 500 grammes de savon, 18 litres d'eau) n'est pas recommandable pour les chameaux, car elle occasionne de fortes ampoules.

L'huile de citronnelle empêche pendant quelques heures l'attaque des *Tabanides* et des *Stomoxys*, mais perd toute action après 17 heures.

L'huile de foie de morue est sans effet. L'huile de graines d'anis n'a plus d'efficacité après 2 1/2 heures. Elle protège, cependant, quelque peu, pendant un temps très court, contre les attaques des *Stomoxys*.

Une pinte d'huile de ricin par chameau n'a pas d'effet, quatre pintes empêchent l'attaque des mouches pendant 3 jours et procurent une protection partielle pendant les deux jours suivants. Cette huile, exposée à l'air, peut s'épaissir et former, sur la peau, une sorte de vernis, mais elle n'a pas d'action nuisible. Ce traitement est trop coûteux pour être pratique.

D'autres préparations qui furent également essayées, d'après M. H. E. Cross (43, furent l'émulsion de pétrole, celle d'huile d'*Erica Sativa* et une solution d'asafœtida.

(*) M. H. E. Ewing (62), dans le *Jl of Econ. Entomology*, d'octobre 1918, expose des recherches faites sur l'emploi de diverses substances comme remèdes contre les piqûres des moustiques. Un tableau donne les résultats des essais effectués avec du savon, du rhum, de l'alcool à 95°, de l'alcool à 30°, de l'eau oxygénée, de la glycérine, des solutions faibles et concentrées d'ammoniaque et de l'indigo dans de l'eau.

Parmi ces substances, le savon, le rhum, l'alcool et l'ammoniaque dilués ont eu peu d'effets. Par contre, l'alcool et l'ammoniaque concentrés ont la plus grande valeur comme palliatifs et diminuent fortement le mal. Le premier peut laisser une induration, tandis que le second rend la peau rude.

les émanations prétendûment empoisonnées des marais. En réalité, comme l'a fait remarquer récemment M. S. L. Bostin (20), les eucalyptus plantés en régions malariées agissent d'une tout autre façon. Par le fait de leur croissance extrêmement rapide et de leur grand pouvoir évaporatoire, ils extraient du sol des quantités énormes d'eau et assèchent ainsi les mares et les endroits marécageux, qui servent de lieux de développement aux larves d'*Anopheles*.

Moustiquaires et Ecrans de toile métallique.

Emploi des moustiquaires Si, dans des régions où règnent les fièvres, on est obligé de passer la nuit sous la tente ou dans des maisons imparfaitement protégées contre l'invasion des moustiques, ou si l'on doit circuler au dehors après la tombée de l'obscurité, il est indispensable de se servir de moustiquaires à tissu assez fin pour empêcher le passage des moustiques, sans trop gêner la vue (moustiquaires de tête), ou empêcher l'aération (moustiquaires de lit).

Moustiquaires de tête. — Dans des articles parus en 1916 dans le *Bulletin de la Société de Pathologie exotique de Paris*, M. le Dr Laveran (109) a décrit plusieurs moustiquaires de tête, destinées aux soldats obligés souvent, en temps de guerre, à passer la nuit en plein air, sans abri, ou mal protégés dans des tentes, où ils sont particulièrement exposés aux piqûres des *Anopheles*, qui n'attaquent que la nuit. Aussi, dit M. Laveran, le paludisme a-t-il occasionné souvent de graves épidémies dans les armées en campagne.

Ces moustiquaires de tête pourraient peut-être servir également aux voyageurs parcourant des régions malariées et à toute personne devant sortir, la nuit, dans les contrées infestées par les moustiques. Toutefois, suivant M. E. Brumpt (29), ces moyens sont difficiles à faire adopter à des individus libres, et les expériences intéressantes qu'on a pu faire s'appliquaient à des soldats ou à des employés, menacés de peines disciplinaires en cas de non observance des règlements. D'ailleurs, ajoute M. E. Brumpt, les moustiques piquent très bien à travers les vêtements légers des pays chauds et piquent le dos, s'ils ne peuvent atteindre la figure ou les mains.

La première moustiquaire de tête décrite par M. le Dr Laveran est le modèle de M. R. Henry, ingénieur des Arts et Manufactures, représenté fig. 44 et qui se compose d'un sac en tulle de $0^{m}40$ de diamètre, fermé à sa partie supérieure par un morceau de toile circulaire, auquel est cousu le volant de tulle de $0^{m}30$ de haut, qui se prolonge en bas par un volant de toile, destiné à s'engager sous la capote. Deux cercles en acier flexible fixés, l'un à la partie supérieure, l'autre à la base du volant de toile, maintiennent le tulle à distance de la face et du cou.

Un autre modèle, construit par M. R. Henry, sur les indications de M. le Dr Laveran, est très simple (voir fig. 44), et se compose d'un manchon cylindrique en tulle, ouvert à ses deux extrémités,

EMPLOI DES MOUSTIQUAIRES

Fig. 44. — Moustiquaires de tête. — A gauche, modèle de M. R. Henry. A droite, modèle exécuté par M. R. Henry, sur les indications du Dr Laveran. (Clichés reproduits du *Bulletin de la Société de Pathologie exotique* de Paris.)

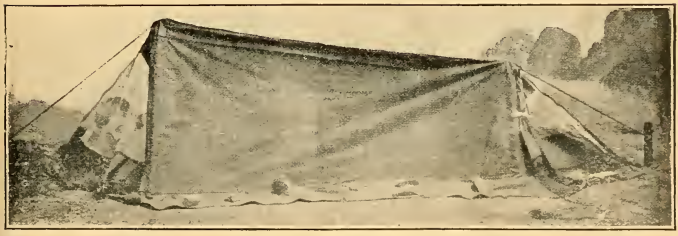


Fig. 45. — Tente-moustiquaire individuelle fermée, pour soldat en campagne. — Modèle employé pour l'armée française d'Orient (Salonique). (D'après M. R. Le groux.) (Cliché reproduit du *Bulletin de la Société de Pathologie exotique* de Paris).

EMPLOI DES MOUSTIQUAIRES.

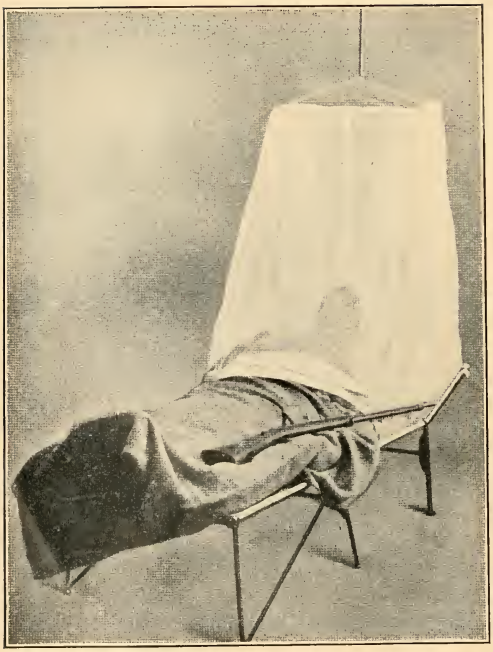


Fig. 46. — Moustiquaire-cloche pour soldats ou voyageurs. — Modèle exécuté par M. R. Henry, sur les indications du Dr Laveran. (Cliché reproduit du *Bulletin de la Société de Pathologie exotique* de Paris.)

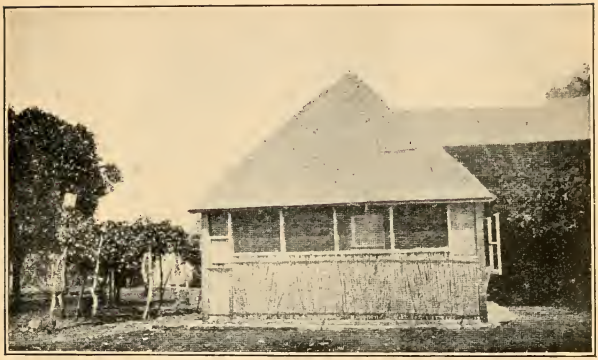


Fig. 47. — En Afrique du Sud. — Hutte protégée contre les moustiques par de la toile métallique. (D'après une photographie de la South african anti-malarial Association.)

Fig. 48. — En Afrique du Sud. — Tente protégée contre les moustiques, employée par M. le Dr Turner. — A noter la moustiquaire fermant l'entrée. (D'après une photographie de la South african anti-malarial Association.)

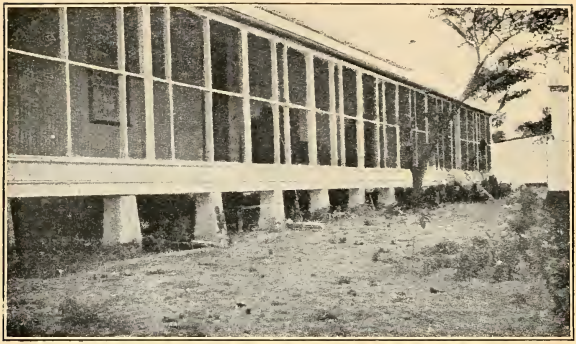


Fig. 49. — En Afrique du Sud. — Une maison de laquelle les moustiques sont exclus, grâce aux châssis garnis de toile métallique qui en ferment toutes les issues. (D'après une photographie de la South african anti-malarial Association.)

Fig. 50. — A Colon (zone du canal de Panama). — L'hôpital, entièrement protégé contre les moustiques par des châssis de toile métallique. (Cliché A.-J. Le Prince et J.-A. Orenstein.)

mesurant 60 cm. de haut sur 60 cm. de large. L'ouverture supérieure est plissée et garnie d'un élastique, de façon à s'adapter à la forme et aux dimensions de la coiffure. La partie inférieure, simplement ourlée, est destinée à être rentrée sous le vêtement de dessus. Le tulle est teinté en cachou, couleur moins salissante et moins visible à distance, que le blanc. Cette moustiquaire rend de grands services aux douaniers, qui sont obligés souvent de passer des nuits en plein air, dans des localités insalubres de la Corse, mais qui, en dehors de ces nuits de garde, habitent des maisons protégées contre les moustiques, ou couchent dans des lits garnis de moustiquaires.

M. le Dr Laveran (109), a également décrit les moustiquaires de tête adoptées par les armées des Etats-Unis et du Japon. Le modèle américain, spécialement employé au Texas, se compose d'un manchon en tulle noir, ouvert à ses deux extrémités, mesurant 70 cm. de haut sur 50 cm. de large. L'ouverture supérieure est garnie d'une coulisse avec ganse, permettant le serrage sur la coiffure. L'ouverture inférieure est bordée de toile et garnie d'épaulières également en toile. Les épaulières ont la forme de triangles tronqués ; la base du triangle se continue avec le bord inférieur du manchon en tulle ; le sommet tronqué est percé de deux œillets, dans l'un desquels est fixée une ganse de 80 cm. de longueur.

Ce type américain paraît un peu compliqué et fragile pour le soldat en campagne ; le modèle japonais est considéré par l'auteur comme le plus efficace ; il consiste en un sac cylindrique de gaze verte ou cachou, soutenu par deux légers anneaux d'acier d'environ 25 cm. de diamètre, tenus séparés par une spirale du même métal. La partie supérieure du cylindre est fermée par une pièce de gaze tendue sur l'anneau ; à l'anneau inférieur est attaché un repli en toile cachou qui peut être serré hermétiquement autour du cou, à l'aide d'une coulisse, lorsque la moustiquaire est en place. L'appareil se replie sur lui-même; il a alors un centimètre et demi d'épaisseur et ne pèse que 50 grammes.

D'ailleurs, toutes ces moustiquaires de tête, repliées, n'occupent qu'un petit volume et sont facilement transportables dans le sac des soldats. Elles ne protègent évidemment que la tête et le cou. Pour protéger les mains, on devra avoir recours aux gants. Toutefois, comme les mains peuvent être cachées sous les vêtements et la nuit sous les couvertures, elles sont ainsi moins exposées aux piqûres des moustiques. Les cous-de-pieds sont protégés par les chaussettes et les guêtres.

Sir D. Bruce (28), dans un article : *Camping in the Tropics*, paru récemment, conseille, comme moyen de protection contre les piqûres des tsétsés, moustiques et autres mouches succuses, un casque fait de fibres indigènes tressées, assez semblable d'aspect au casque de cotte de mailles porté par les Croisés. Des ouvertures sont ménagées pour les yeux et pour la bouche. Un morceau de toile à moustiquaire est cousu sur le treillis de fibres, de façon à empêcher les mouches d'atteindre la peau avec leur trompe. Un grand chapeau de feutre peut être porté sur le casque. Des moufles ou gros gants et des gan-

telets en kaki protègent les mains et complètent l'équipement (*).

Moustiquaires de lit. — Pour les moustiquaires de lit, il est essentiel que le rideau de tulle, gaze ou mousseline soit toujours d'une longueur suffisante, pour permettre de le replier soigneusement sous les matelas, et il faudra veiller avec grand soin à ce que tout accroc soit convenablement réparé, car la moindre petite ouverture permet l'entrée des moustiques et rend l'usage de la moustiquaire inutile.

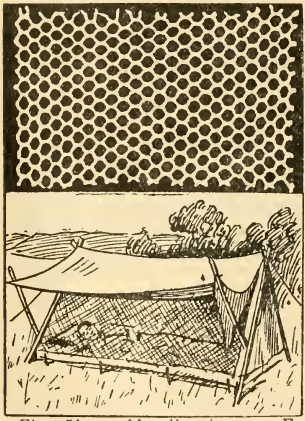


Fig. 51. — Moustiquaires. — En haut, dimensions maxima des mailles des moustiquaires (grandeur réelle). — En bas, un lit de camp protégé par une moustiquaire. (Cliché de la South african antimalarial Association.)

Il arrive souvent, lorsqu'on voyage dans des régions infestées par les moustiques, de constater que les moustiquaires des lits d'hôtels de catégorie inférieure sont en mauvais état, et il sera bon d'examiner soigneusement le tissu, avant de se mettre au lit, et d'avoir avec soi un petit nécessaire de couture, permettant de réparer toutes les déchirures, ainsi que les mailles relâchées. Dans le *Transvaal Agricultural Journal*, d'octobre 1907, M. le Dr F. Arnold (5) a décrit les meilleures moustiquaires en usage (voir fig. 51). Le haut de la fig. 51 nous montre les dimensions maxima des mailles du tissu. Il semble cependant plus prudent de préférer un tissu plus serré, présentant une cinquantaine de mailles par centimètre carré, soit 7 mailles par centimètre linéaire.

Il va de soi, écrit M. Arnold, que la moustiquaire sera toujours tenue en bon état d'entretien, car un trou de la dimension d'un petit pois suffit à la rendre inutile. On ne laissera jamais pendre les rideaux sur le sol, car le dessous des lits constitue une des retraites favorites des moustiques. Il faudra, au contraire, les replier soigneusement de tous côtés, sous les matelas. Plus le tissu est tendu, meilleure sera la ventilation. D'autre part, les couvertures et draps de lit seront simplement étendus sur les matelas et non repliés sous ceux-ci. De cette manière, les mouvements du dormeur ne pour-

(*) M. le Profr Simpson a fait breveter, en 1917, une moustiquaire de tête très efficace, baptisée *Simpsonette*. C'est un dispositif léger, facile à adapter et permettant une aération parfaite.

La coiffe est placée sur la tête et attachée sous le menton. Les plus longs cerceaux sont placés devant le visage et les bras sont passés dans les cordons qui pendent de chaque côté de la gaze.

Cette moustiquaire convient non seulement contre les moustiques, mais également contre les tsé-tsés et les Simulides.

ront, en aucune façon, déranger la moustiquaire. Enfin, le lit sera suffisamment grand pour qu'aucune partie du corps du dormeur ne puisse toucher la moustiquaire et recevoir des piqûres au travers des mailles (*).

Une moustiquaire formée d'un tissu de tulle ou de mousseline cousu à un cercle, suspendue au plafond, et retombant autour du lit, est d'usage courant en Afrique du Sud et y est considérée comme très pratique et très efficace (voir fig. 53). Il est également très important d'employer une moustiquaire, lorsqu'on dort dans la brousse, en districts malariés. Quatre baguettes dressées peuvent être attachées à un lit pliant ou à un lit de camp. Une corde est ensuite passée dans des anneaux fixés au haut des baguettes, et sur cette corde, on jette une moustiquaire en forme de boîte (voir le bas de la fig. 51). Ici, comme lorsqu'il s'agit des moustiquaires employées dans les maisons, le tissu sera soigneusement rentré de tous côtés, sous les matelas ou les couvertures, au lieu de le laisser pendre jusqu'au sol. D'excellents lits de camp et tentes garnis de moustiquaires peuvent, du reste, actuellement, être achetés à des prix raisonnables (**) (voir fig. 48).

M. le docteur A. Laveran (109) a décrit également, dans les articles mentionnés ci-dessus, deux modèles de moustiquaires de lit pour officiers et voyageurs. Le plus recommandable est le modèle cloche, construit par M. R. Henry, sur les indications de M. Laveran. Il se compose d'une pièce de toile carrée, de 50 cm. de côté, sur les bords de laquelle est cousue une jupe de tulle de $1^{m}25$ de long, plissée à sa partie supérieure. Le pourtour de la toile se fixe sur des tringles en fer, articulées de manière à former un quadrilatère quand la moustiquaire est déployée, et à se rassembler en faisceau pour le transport. Ce cadre maintient les parois de la moustiquaire écartées. Une corde fixée au centre de la toile permet de suspendre l'appareil au-dessus de la tête d'un lit ou d'une couchette, à une hauteur convenable pour que la personne couchée puisse rentrer, sous l'oreiller et sous la couverture, les bords de la moustiquaire (voir fig. 46) (***).

(*) La hauteur de la moustiquaire sera de mèt. 1.50 à mèt. 1.75. Sa longueur et sa largeur seront proportionnées aux dimensions du lit.

(**) En Afrique tropicale, une bonne moustiquaire ne protège pas seulement contre les attaques des moustiques, mais aussi contre celles de beaucoup d'autres animaux dangereux, tels que : des mouches qui déposent leurs œufs, la nuit, dans la peau du nez, et dont les larves occasionnent parfois des accidents irréparables et peuvent même causer la mort ; des scorpions et diverses espèces de myriapodes ; des fourmis vénimeuses ; des Coléoptères de divers genres qui mordent, secrètent des poisons ou pénètrent dans les oreilles ; des tiques qui transmettent de sérieuses fièvres ; des serpents, lézards, rats, etc. De plus, si le haut de la moustiquaire est en calicot, il protège aussi de la poussière et de la saleté, lorsqu'on dort à l'intérieur d'une hutte ou d'une tente, et de la forte rosée, lorsqu'on couche au dehors.

(***) Pour la campagne de 1917, une mission permanente de prophylaxie antipaludique a été envoyée à Salonique pour les troupes françaises. Comme moustiquaires de tête, on a fait usage du modèle du prof. Laveran, quelque peu modifié pour rendre son emploi plus commode et plus efficace, et le prof. Simpson, de Londres, a apporté le modèle intéressant dont nous avons parlé plus haut. Pour protéger les troupes en cantonnement pendant le sommeil, l'Institut Pasteur a établi un modèle de tente moustiquaire, qui permet de reposer la nuit à l'abri des moustiques. D'après M. R. Legroux (116), *(Bull. Soc. Path. exotique*, 1917, n° 6), l'avantage de cette tente moustiquaire est qu'elle est individuelle, légère (kil. 2.450 piquets compris), et imperméable ; son inconvénient, impossible à pallier, semble-t-il, si l'on veut conserver les avantages précédents, est la difficulté de l'aération par les soirées très chaudes. (Voir fig. 45.)

Aménagement des habitations sous les tropiques.

MM. J. E. Dutton et J. L. Tood (54) recommandent de tenir compte des points suivants, dans l'aménagement général des maisons pour blancs sous les tropiques.

« Les moustiques craignant le vent et recherchant les coins où règne l'obscurité pour se cacher, se reposer et effectuer leur digestion, il faut faire usage de punkas et créer des courants d'air. Il faut, de plus, badigeonner les murs en couleurs vives — vert tendre ou gris-bleu très pâle, par exemple — qui sont trop claires pour inviter les moustiques à s'y poser et qui ne fatiguent pas trop la vue. Pas de draperies non plus, telles que rideaux épais, habits exposés à l'air, couvertures de lit tombantes, en un mot, rien qui fasse des plis pouvant offrir une retraite aux moustiques. Qu'il y ait aussi peu d'endroits que possible où la lumière ne pénètre pas, sous les lits, derrière les meubles et les cadres, par exemple. Ayez de grandes fenêtres et assurez l'aération de vos pièces.

» Quant aux maisons, on ne devra les construire que sur des pilastres assez élevés. On devra veiller à ce que l'air circule librement sous les parquets, avoir soin de tenir cet espace dans un état méticuleux de propreté et de sécheresse (en le badigeonnant, par exemple), et, sous aucun prétexte, on ne s'en servira pour remiser de vieux ustensiles. »

Protection des habitations par des écrans de toile métallique.

Un excellent moyen de protection contre la piqûre des moustiques consiste à empêcher ces insectes de pénétrer dans les maisons, en garnissant de toile ou gaze métallique, toutes les ouvertures. La dépense initiale est assez élevée, mais elle est plus que compensée par la sécurité et le confort qu'elle procure. Les écrans de toile métallique ne protègent pas seulement contre l'invasion des moustiques, mais encore contre celle des mouches domestiques et d'une foule d'insectes : petits coléoptères, papillons de nuit, moucherons, attirés le soir par la lumière. On sait que les mouches domestiques sont très dangereuses, qu'elles contaminent les aliments et qu'elles servent d'agents mécaniques de transmission aux germes de plusieurs maladies très pernicieuses, surtout par temps chaud (dysenterie, fièvre entérique, diarrhée infantile, fièvre typhoïde, choléra, etc.). Il est donc important, au point de vue hygiénique, d'éviter qu'elles aient accès dans les maisons et surtout dans les cuisines et salles à manger.

Choix de la toile métallique. — On emploiera, pour garnir les ouvertures des maisons, de la toile ou gaze métallique, à mailles suffisamment petites pour empêcher le passage des moustiques. Les tissus pour moustiquaires ne conviennent pas pour l'extérieur, car ils pourrissent trop vite. Les dimensions des mailles constituent un point important (voir fig. 52). En général, on estime que les toiles métalliques ayant de 16 à 18 mailles par pouce linéaire (*) (6.2 à

(*) C'est-à-dire de la toile ayant, par pouce de longueur, 16 à 18 fils métalliques de 0.014 à 0.010 pouce d'épaisseur. Le pouce vaut 25.5 millimètres.

7 mailles par centimètre), sont suffisantes. D'après des expériences faites à Panama, le tissu de cuivre à 16 mailles laisse passer — mais avec difficulté — le petit *Stegomyia fasciata ;* il arrête complètement les *Anopheles ;* les tissus à 17 et 18 mailles ne laissent passer aucun moustique dangereux. La toile à 16 mailles est deux fois aussi forte que celle à 18 mailles, mais elle a moins de surface ouverte : 60.16 p. c., contre 63 et 67.39 p. c., pour les toiles à 17 et à 18 mailles.

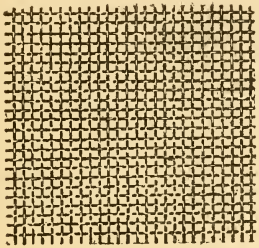


Fig. 52. — Dimensions normales des mailles du tissu métallique à employer pour protéger les habitations contre l'invasion des moustiques. — Toile de cuivre de 16 mailles par pouce linéaire (6,2 mailles par centimètre), empêchant la pénétration des *Anopheles* de la malaria. Pour arrêter le *Stegomyia* de la fièvre jaune, il faut des mailles un peu plus petites (18 mailles par pouce linéaire, soit 7 par centimètre). (Cliché de la South african antimalarial Association.)

La toile en fil de fer galvanisé est la moins chère et la plus facile à obtenir dans le commerce, mais elle vaut beaucoup moins que les toiles en fils de cuivre, de laiton ou de bronze phosphoreux ; ces dernières sont plus solides, résistent plus longtemps et présentent donc une plus grande sécurité ; leur seul défaut est d'être plus coûteuses.

A Panama (voir fig. 50, 58 et 61), on n'a utilisé que la meilleure toile métallique à 18 mailles, en fils de cuivre de 0.025 d'épaisseur (31 B. W. G.), contenant au moins 90 pour cent de cuivre et pas plus d'un demi pour cent de fer.

Cette toile métallique, dit M. A.-J. Orenstein (159), sera utilisée dans toute la largeur du rouleau. La portée d'un écran ne devra pas dépasser $1^{m}50$ de hauteur, car autrement, la toile s'affaisserait et deviendrait trop faible. Pour la fixer, on se servira de clous de cuivre, recouverts par une moulure de bois. Le cuivre est nécessaire pour prévenir la destruction par l'électrolyse.

D'après M. R. H. von Ezdorf (205), la toile métallique de cuivre ou de bronze, tout aussi bien que celle de fer, devra être vernie ou peinte, pour éviter qu'elle ne s'oxyde ou ne se corrode sous un climat humide, particulièrement au bord de la mer. Pour enduire la toile, on barbouillera légèrement la peinture sur le fil métallique, de façon à éviter qu'elle ne coule et ne remplisse les ouvertures.

Application aux fenêtres, portes et autres ouvertures. — Les fenêtres des maisons sont garnies d'écrans de toile métallique, de la façon suivante. S'il s'agit de fenêtres à guillotine, on adaptera exactement dans l'embrasure, du côté extérieur, un châssis de bois couvert de toile métallique. Ce châssis sera tenu en place par des crochets et pourra être enlevé, lors des nettoyages. S'il s'agit de fenêtres ayant des châssis sur charnières et s'ouvrant vers l'intérieur, on

clouera simplement de la toile métallique dans l'embrasure, du côté extérieur ; mais si ces fenêtres s'ouvrent vers le dehors, le problème devient plus difficile à résoudre et le meilleur moyen consistera, sans doute, à faire changer la disposition des fenêtres.

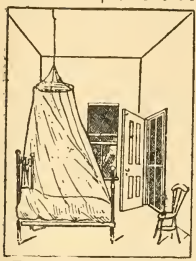


Fig. 53. — Intérieur d'une chambre. La porte et la fenêtre sont garnies d'écrans de toile métallique. Le lit est entouré d'une moustiquaire. (Cl. de la South african anti-malarial Association.)

Pour les ouvertures d'entrée, une simple porte-écran, se fermant hermétiquement et dont la toile métallique est toujours tenue en bon état d'entretien, suffira dans la plupart des cas. L'idéal consisterait à avoir des portes-écrans à fermeture automatique, précédées, à l'extérieur, d'un tambour garni de toile métallique et fermé également par une porte à ressort.

D'après M. A.-J. Orenstein (159), une porte convenant pour les tropiques devra être indéformable, s'ouvrir à l'extérieur et se refermer immédiatement. Il est difficile de construire une porte garnie de toile métallique qui donne entièrement satisfaction. Si cette porte est indispensable, la toile sera soutenue par un treillis métallique à larges mailles. Le châssis devra être renforcé par une tige de tension. Comme indiqué dans la figure 54, une des extrémités libres de cette tige est fixée dans le coin supérieur d'un des panneaux de la porte, du côté des gonds, et l'autre dans le coin diagonalement opposé. Si la porte tend à se déformer, le tendeur central permettra d'augmenter la tension et de remettre le châssis en bon état (*).

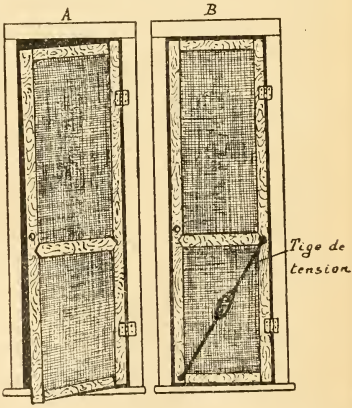


Fig. 54.— En *A*, porte garnie de toile métallique, déformée. En *B*, la même porte remise d'équerre, grâce à une tige de tension, placée diagonalement dans le panneau inférieur du châssis. (Dessiné d'après un cliché de M. M. J. A. Le Prince et A. J. Orenstein.

Comme nous le savons, les moustiques *Anopheles* se groupent toujours, pour le

(*) Un article paru dans la *Munchener Medizinische Wochenschrift* de décembre 1917, sous la signature de Oberarzt Dr. Brack, traite des moyens employés dans les campements militaires en Turquie, pour se protéger contre les moustiques. Un procédé simple et pratique de fermeture hermétique des portes et fenêtres, par un système de châssis de toile métallique fixes et mobiles, y est décrit.

repos diurne sur la face de la maison située à l'abri du vent. Il résulte de cette observation que, dans les contrées où il existe, durant la saison de multiplication des moustiques, un vent dominant, la porte principale des habitations devra toujours être placée du côté exposé à ce vent et pourra ainsi être ouverte lorsqu'il souffle (voir fig. 55). Enfin, il ne suffit pas, pour assurer une protection efficace contre les moustiques, de fermer les portes et les fenêtres des maisons par de la toile métallique ; il faut encore en faire autant pour toutes les autres ouvertures : fissures de planchers et murs, ventilateurs et bouches d'aérage, espaces ouverts autour des canalisations en plomb, cheminées. Ces dernières sont souvent laissées sans protection, ce qui rend nul l'effet d'une fermeture soignée de toutes les autres ouvertures. Si la cheminée est construite en fer, briques, pierres ou autres matériaux ne permettant pas l'emploi de clous ou taquets, on attachera l'écran de toile métallique, en garnissant de plâtre les bords de la cheminée, sur une largeur de cinq centimètres.

Vérandas. — Sous les tropiques, les vérandas sont indispensables. Les châssis des portes et fenêtres garnies de toile métallique sont enclins à jouer et à se déformer et souffrent des nettoyages et, d'autre part, les réparations sont coûteuses et souvent insuffisantes. De plus, l'action chimique de l'air, de la poussière et de la rouille a comme résultat final de boucher les mailles et d'empêcher la pénétration de l'air et de la lumière. Ces inconvénients sont moins sensibles pour de grandes surfaces, telles que les vérandas. La dépense première de placement d'écrans de toile métallique pour une véranda est élevée, mais les dépenses d'entretien sont insignifiantes, par rapport à celles nécessitées pour l'entretien des écrans aux portes et fenêtres. Si l'on ne peut faire les frais de garnir toute la véranda, on pourra toujours en protéger une partie.

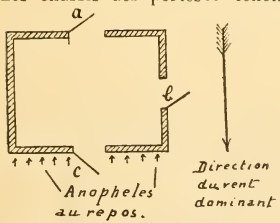


Fig. 55. — Relation entre la direction du vent dominant et la pénétration des moustiques dans les maisons. — Emplacement des portes. Par temps venteux, les *Anopheles* se réunissent du côté de la maison à l'abri du vent. — En *a* et en *b*, bons emplacements des portes; en *c* mauvais emplacement.

Entretien des écrans de toile métallique. — Le travail de placement de la toile métallique aux maisons et autres habitations varie évidemment dans ses détails, suivant les cas particuliers, et il sera toujours bien exécuté, si l'on ne perd pas de vue le but essentiel, qui est d'empêcher complètement la pénétration des moustiques. Un travail défectueux fait, du reste, plus de tort que de bien, car il donne une fausse sécurité.

On ne saurait assez faire ressortir les grands avantages d'une bonne

protection des habitations contre l'invasion des moustiques. C'est une mesure d'absolue nécessité, dans les contrées malariées, si l'on veut éviter la contagion. Il ne faut pas oublier que les *Anopheles* piquent la nuit et se cachent le jour dans les coins sombres. De plus, comme nous l'avons déjà dit plus haut, les écrans empêchent l'entrée des mouches domestiques.

Mais il ne suffit pas de placer des écrans aux portes, fenêtres et autres ouvertures, il faut encore veiller soigneusement à ce que la fermeture reste hermétique, à ce que les trous faits dans la toile métallique, par suite d'usure ou d'accidents, soient immédiatement réparés, et à ce que les ressorts des portes fonctionnent toujours convenablement. Une porte ou une fenêtre non hermétiquement close, laissant une fente ou une ouverture, ne fût-ce que d'un demi-centimètre, suffit pour perdre tout le bénéfice du placement des écrans. Il va de soi qu'il est absurde de laisser la porte-écran d'une salle à manger ouverte pendant les heures de repas, car l'on convertit ainsi cette salle en un vaste piège à moustiques.

Fig. 56. — Habitation avec véranda, fenêtres et portes, clôturées par de la toile métallique, pour empêcher la pénétration des moustiques. (Cliché de la South african anti-malarial Association.)

Dans les régions infestées par les moustiques, ceux-ci, à certaines saisons, essayent de se frayer un chemin au travers des mailles et y réussissent parfois. Lorsqu'ils sont très nombreux, on frottera légèrement la toile métallique avec du pétrole ou de l'huile de citronnelle.

Placement d'écrans sur les citernes et autres récipients à eau de pluie.

Dans les localités où la provision d'eau de pluie est conservée dans de grandes citernes, comme, par exemple, dans les cités américaines de la région du golfe du Mexique, il est nécessaire, pour empêcher les moustiques femelles de venir pondre à la surface de l'eau, de placer sur ces réservoirs des couvercles de toile métallique impénétrables aux insectes.

Les tonneaux d'eau de pluie et les puits seront également protégés de la même façon, à moins qu'on n'y ait mis des poissons faisant leur proie des larves de moustiques. Un moyen économique de couvrir les tonneaux à eau consiste à garnir un grand cerceau de fer, avec un morceau de calicot solide, ou de toile à sacs en bon état, sans trous. On

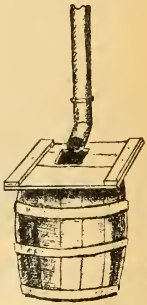


Fig. 57. — Tonneau à eau de pluie, protégé par un couvercle, pour empêcher les femelles du moustique de la fièvre jaune, de venir pondre sur les parois, près de la surface de l'eau.

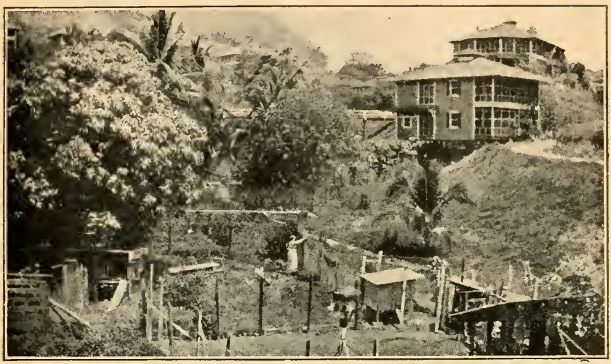


Fig. 58. — A Ancon (zone du canal de Panama). — Maisons avec vérandas garnies de toile métallique pour empêcher la pénétration des moustiques. (Cliché A.-J. Le Prince et J.-A. Orenstein.)

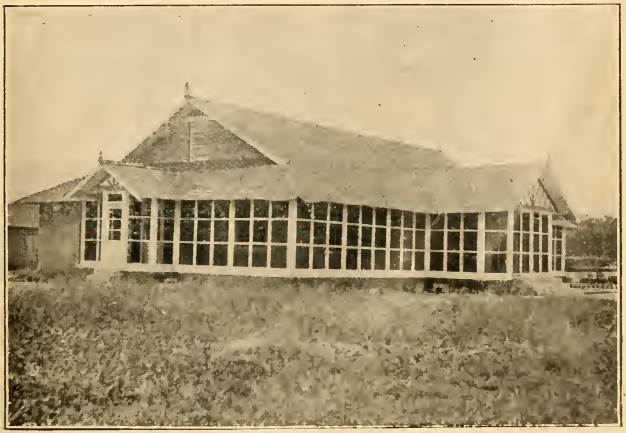


Fig. 59. — Maison congolaise, bien protégée contre l'invasion des moustiques par des châssis de toile métallique, édifiée à Alberta (Bumba), par la Société des Huileries (Lever, Bros, Ltd). (Cliché Leplae.

Fig. 60. — Drainage des terres marécageuses, en vue de l'élimination des larves des moustiques de la malaria. — Une conduite cimentée dans les Etats fédérés malais. (Cliché M. Watson.)

Fig. 61. — A Frijoles (zone du canal de Panama). — Petite maison bien protégée par de la toile métallique, contre l'invasion des moustiques et occupée par un inspecteur sanitaire. (Cliché M. Watson.)

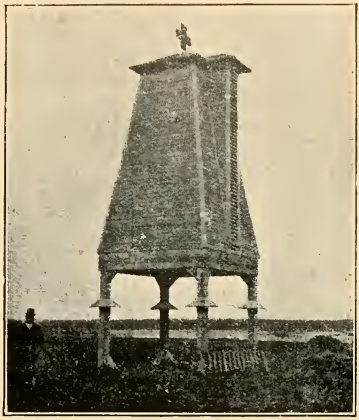


Fig. 62. — Le perchoir à chauves-souris du Dr Campbell. — Dans cet abri, une grande quantité de chauves-souris loge, durant la journée. Ces insectivores auraient, paraît-il, presqu'entièrement débarrassé une région marécageuse du Texas (Sud des Etats-Unis), des moustiques et de la malaria.

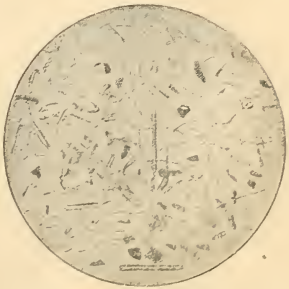


Fig. 63. — Une petite particule d'une déjection de chauve-souris, vue au microscope et montrant de nombreux restes d'exosquelettes chitineux d'insectes, spécialement de moustiques.

LIEUX DE DEVELOPPEMENT DES LARVES DE MOUSTIQUES.

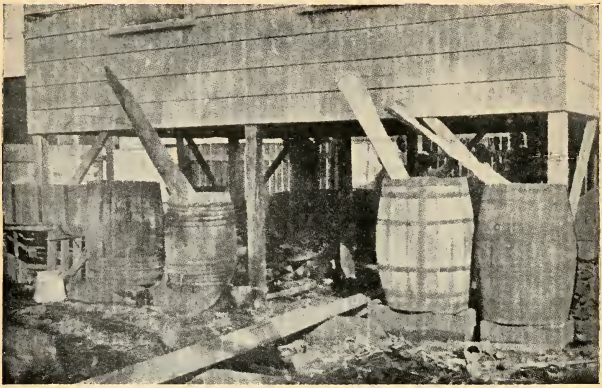


Fig. 64. — Un endroit idéal pour le développement des larves du moustique de la fièvre jaune. — Cour encombrée de toutes sortes de débris. — A noter les barils contenant de l'eau, qui ne sont pas recouverts d'un couvercle protecteur. Dans de tels endroits, les larves du *Stegomyia* ont, en abondance, les petites quantités d'eau qui leur sont nécessaires pour vivre et se développer. (D'après l'affiche contre les moustiques, publiée par l'Ecole de Médecine tropicale de Liverpool.)

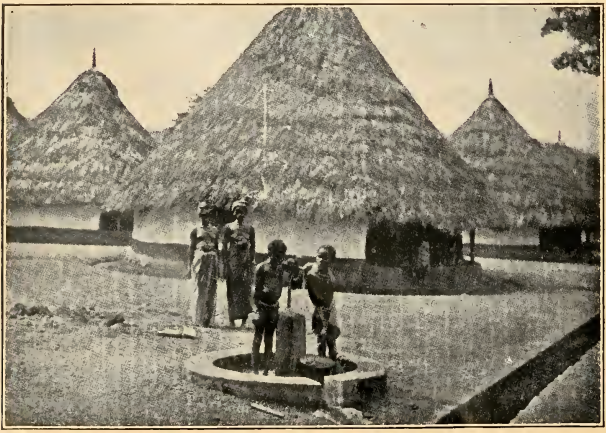


Fig. 65. — Un village indigène propre. — Aucun endroit favorable au développement des larves de moustiques. (D'après l'affiche contre les moustiques, publiée par l'Ecole de Médecine tropicale de Liverpool.)

peut également se servir d'un couvercle en bois (voir fig. 57) (*).

Protection des navires contre les moustiques.

Dans les contrées chaudes, les navires et embarcations faisant le trafic sur les fleuves et rivières sont souvent infestés par les moustiques, et les voyageurs sont exposés, non seulement à leurs désagréables piqûres, mais encore à la contamination par les fièvres paludéennes.

Nous savons également que les vaisseaux ancrés dans les ports où règne la fièvre jaune, peuvent être infestés par les *Stegomyia fasciata* femelles et que ces insectes, cachés dans les coins sombres des navires, peuvent y séjourner longtemps, être transportés à de grandes distances et amener ainsi la dissémination de la terrible maladie.

Les vaisseaux qui voyagent dans les régions où règne le paludisme et ceux qui ancrent dans les ports infestés par la fièvre jaune, devront au préalable être efficacement protégés contre l'envahissement des moustiques. Toutes les ouvertures, portes, écoutilles, bouches à air, etc., devront être soigneusement garnies de toile métallique, et il devra y avoir à bord une réserve suffisante de cette toile, ou de tissu à moustiquaires, pour pouvoir fermer immédiatement toutes les ouvertures accidentelles.

Dans le cas de vaisseaux déjà envahis par les moustiques, l'emploi de moustiquaires autour des lits et hamacs s'impose. Il est difficile d'entourer complètement un hamac de tulle ou de mousseline, de façon à rendre la pénétration des moustiques impossible, mais certains dispositifs pratiques ont été indiqués par divers auteurs (**).

D'autre part, les larves de moustiques se développent souvent en quantités énormes dans l'eau qui séjourne à fond de cale des steamers fluviaux. Il en résulte que le nombre de moustiques augmente fréquemment dans les stations fluviales, aussitôt après l'arrivée du steamer.

Pour détruire les moustiques adultes à bord, on emploiera les fumigations (voir p. 110), notamment celles à l'anhydride sulfureux et au gaz cyanhydrique. Pour l'anhydride sulfureux, on pourra adopter le procédé Clayton, d'usage universel pour l'extinction des incendies et la destruction des vermines.

Quant à l'acide cyanhydrique, M. R. H. Creel (40) a décrit dernièrement un appareil générateur de ce gaz, de construction très simple, utilisable dans la cale des navires et qui a donné toute satisfaction.

(*) Sous le titre *Yellow Fever Control in Ecuador, Preliminary Report*, M. E. Connor décrit dans le *Jl Amer. Med. Ass., de Chicago*, du 6 mars 1920, la campagne entreprise depuis fin 1918, à Guayaquil, capitale de la république de l'Equateur, contre le *Stegomyia fasciata*.

La diminution de la fièvre jaune coïncide avec le placement de couvercles de bois, de toile métallique ou de fer galvanisé sur les réservoirs et autres récipients à eau.

Il y avait environ 7,000 réservoirs à eau en usage dans la ville, la distribution d'eau par conduites souterraines étant insuffisante. De plus, 30,000 autres récipients durent être inspectés.

(**) Consulter notamment, à ce sujet : D. H. C. Given, « *The Campaign against Mosquitoes on board H. M. S. « Cadmus »*, Jl. State Medicine, London, XXIV., n. 2, févr. 1916, p. 47-51, 2 fig.

On en trouvera la description et le fonctionnement dans le n° 49 des *U. S. Public Health Reports*. Washington, de décembre 1915.

B. — SUPPRESSION DES SOURCES D'INFECTION.

Il est clair qu'au point de vue médical, les moustiques transmettant les maladies sont parfaitement inoffensifs, aussi longtemps qu'ils ne se sont pas infectés eux-mêmes en piquant une personne atteinte de malaria ou de fiève jaune. S'il n'existe pas, dans une localité, de réservoirs humains de ces maladies, des milliers d'*Anopheles* peuvent harceler la population, sans qu'un seul cas de malaria se produise, des milliers de *Stegomyia* peuvent hanter les maisons sans communiquer la fièvre jaune. Les moustiques ne sont réellement que des agents de transmission, qui transportent les parasites des personnes malades aux personnes saines.

Des recherches médicales, faites en différentes parties du monde, ont démontré que, dans les régions malariées, une proportion très élevée des indigènes hébergeait dans le sang, le parasite de la malaria. Les enfants indigènes principalement sont des réservoirs d'infection pour les Européens qui vivent parmi eux ; après une longue série d'attaques, la plupart des indigènes sont immunisés contre les fièvres malariales.

Le Dr L. Bostock, ancien médecin du personnel des chemins de fer à Komatipoort (Afrique du Sud), a constaté, en examinant le sang des jeunes indigènes des contrées basses (low veld) du Transvaal, que la presque totalité de ceux-ci possédait le parasite malarien. Des conditions similaires se rencontrent, sans doute, dans toutes les zones malariées africaines, et le Congo ne fait pas exception à cette règle, comme en témoignent les résultats de l'examen du sang tiré des doigts des enfants à Boma, Matadi, Léopoldville et Lusambo. D'après MM. J. E. Dutton et J. L. Tood (54), tous les jeunes indigènes, pour ainsi dire, de 10 à 18 ans, étaient infectés.

La conclusion immédiate à tirer de cette constatation est que, partout où il y a danger de malaria, on ne peut permettre aux enfants indigènes de séjourner à proximité des habitations européennes. Le quartier des blancs devra être séparé de celui des noirs par un intervalle d'au moins 400 mètres et, si possible, de 800 ou 1,000 mètres. Ainsi, les risques de piqûre par un *Anopheles* infecté par le parasite seront fort réduits (*).

Protection des malades. Dans le traitement des malades atteints de malaria, il faudra veiller avant tout — et cela au point de vue de l'hygiène de la communauté — à ce qu'ils soient efficacement et parfaitement protégés contre la piqûre des

(*) Il faut, soit éloigner les noirs des habitations européennes, soit les forcer à prendre régulièrement de la quinine.

C'est ainsi qu'en Rhodésie, on a constaté une mortalité élevée chez les enfants blancs et beaucoup de cas de malaria chez les grandes personnes, uniquement parce que les domestiques étaient des nègres. Cet inconvénient a disparu, depuis que les noirs de service habitent des quartiers séparés et que ceux chargés de la garde des enfants sont obligés de prendre régulièrement de la quinine.

moustiques, par des moustiquaires ou par des écrans de toile métallique. Même dans les localités où la malaria ne règne pas habituellement, il est toujours possible aux moustiques *Anopheles* de s'infecter, en piquant une personne nouvellement venue d'une région malariée. De cette façon, un moustique peut transmettre la maladie à des personnes saines. Il est donc essentiel d'isoler les patients souffrant de malaria et d'empêcher, par tous moyens, les moustiques de les piquer.

Traitement par la quinine. Dans beaucoup de régions tropicales, les habitants prennent régulièrement de la quinine, soit à titre curatif pour détruire les parasites qui se développent dans leur sang ou en réduire le nombre, soit à titre préventif, pour diminuer les risques d'infection.

En général, cette méthode est considérée par le corps médical comme la plus efficace. Quiconque doit voyager ou séjourner dans un district malarié, fera bien d'utiliser la quinine, non seulement lorsque la fièvre se déclare, mais également comme mesure préventive avant toute manifestation de la malaria (*).

La méthode à la quinine, appelée méthode de quinquinisation, a été utilisée sur une grande échelle en Italie et a réduit le taux de la

(*) Le *Guide médical abrégé à l'usage du voyageur au Congo*, publié par le Ministère des colonies, insiste sur le fait qu'il est indispensable au Congo de prendre de la quinine préventive, qui constitue un des moyens les plus puissants de prophylaxie anti-malariale.

Il y a, d'après le guide, plusieurs méthodes préconisées pour prendre la quinine :

1. — On peut prendre journellement une dose *minima* de 25 centigrammes de quinine. Cette méthode convient surtout pour les régions où la malaria est peu virulente (hauts-plateaux, Katanga, etc.), et pour les personnes ne faisant qu'un séjour peu prolongé dans la colonie.

2. — On peut aussi prendre 50 centigrammes de quinine, deux ou trois fois par semaine, et plus souvent même, quand on a fait des excès de travail, de fatigue, quand on change d'habitudes, par exemple, quand on échange la vie de station pour la vie d'expédition ou vice-versa.

Dans ses « *Notes on Malaria, for Officers and Men* » (Troops in East Africa), parues dans *The Lancet* (sept. 1917), M. le Dr. Cuthbert Christy, M. B., C. M. (38), donne également des indications très judicieuses pour l'emploi de la quinine contre la malaria. En voici quelques-unes :

41. — La quinine est le seul médicament qui tue le parasite de la malaria. Il en résulte que la quinine est le seul médicament qui puisse guérir la maladie ;

42. — La quinine étant absorbée dans le sang, tue les parasites fraîchement introduits par le moustique, mais lorsque, après trois ou quatre heures, ces parasites ont pénétré dans les globules rouges, la quinine a moins d'effet sur eux ;

43. — La quinine sera donc prise aussitôt après chaque risque de contamination, mais comme il est rare qu'on puisse déterminer avec certitude le moment où l'on a couru ce risque, il vaut mieux d'en prendre fréquemment ;

44. — Une dose journalière de *cinq grains (25 centigrammes) après le repas du soir*, est la meilleure manière de se prémunir ;

45. — Une dose de 5 grains prise à 10 heures du soir tuera tous les parasites pouvant avoir été introduits par les moustiques durant la soirée et restera suffisamment longtemps dans le sang pour tuer également tous les parasites pouvant être introduits jusqu'à six heures du matin. On sait que les *Anopheles* ne piquent que la nuit.

MM. Edm. et Et. Sergent (189), dans une étude sur la prophylaxie antipaludique d'une armée en campagne (Orient 1917), parue dans le *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, de Paris (juillet 1918), recommandent comme moyen préventif de donner aux troupes une dose journalière de quinine. Il faudra, disent-ils, surveiller avec grand soin l'exécution de cette mesure, car l'action de la quinine ne perdure que quelques heures et une négligence d'un jour suffit pour rendre nul tout le traitement. La dose recommandée est de 6 grains (30 centigrammes) de chlorhydrate de quinine par jour, prise sous forme de tablettes.

malaria, déjà abaissé de 65-70 pour cent à 14 pour cent par les moyens de protection mécanique, à 4 pour cent. La quinine a été distribuée gratuitement à tous les ouvriers et aux pauvres vivant dans les localités malariées. Cette quinine était préparée sous une forme facile à prendre, par exemple sous celle de tannate de quinine incorporé à du chocolat. Il est ainsi facile d'amener les enfants et les personnes qui ne peuvent supporter les sels ordinaires de quinine, à prendre le remède sous cette forme édulcorée.

La prophylaxie du paludisme par le bétail.

Faisant suite à ses *Recherches sur la transmission du paludisme par les Anopheles français des régions non palustres*, parues en 1918 dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, le savant Dr Roubaud a publié en avril 1920, dans les mêmes Annales, une étude extrêmement importante sur les conditions de nutrition des *Anopheles* en France *(Anopheles maculipennis)* et le rôle du bétail dans la prophylaxie du paludisme.

L'existence d'*Anopheles* sans malaria et la régression manifeste et spontanée du paludisme dans beaucoup de régions anciennement palustres de l'Europe occidentale et en particulier en France, sont des questions qui ne peuvent être expliquées par une immunité naturelle ou acquise d'*Anopheles maculipennis*. Il en résulte que si ce moustique, le plus abondant et le plus généralement répandu en France, n'y exerce pas d'une manière plus intense ses propriétés pathogéniques, c'est que quelque particularité de sa biologie s'y oppose, en restreignant au minimum ses rapports avec l'homme.

Il découle des nombreuses observations comparativement poursuivies par M. Roubaud en Vendée et aux environs de Paris, que cette particularité de la biologie d'*Anopheles maculipennis* est sa *préférence absolue pour le bétail*. D'une façon générale, tous les mammifères d'une ferme, même les lapins, jouent dans l'alimentation sanguine des *Anopheles* un rôle incomparablement plus important que l'homme.

Le cadre de notre petite étude ne nous permet même pas de tenter de résumer le beau travail de M. Roubaud. Nous devons nous contenter de donner un aperçu succinct du dernier chapitre, intitulé : *L'éducation trophique des Anophelines et la prophylaxie antipaludique.*

Il résulte de ce qui a été dit précédemment que, spontanément, dans les régions d'Europe où le bétail a été placé dans des conditions lui permettant d'assurer l'alimentation normale de la faune anophelienne, l'*A. maculipennis* a cessé presque entièrement ses rapports de nutrition sanguine avec l'homme Il en est résulté, pour ce dernier, une protection antipaludique plus ou moins parfaite et, par suite, l'avènement en dernière analyse d'un état latent d'anophelisme sans paludisme qui domine aujourd'hui dans la majeure partie de l'Europe.

Partout où la faune anophelienne a pu se nourrir régulièrement aux dépens des animaux, le cycle des parasites malariens s'est trouvé rompu et le paludisme suspendu dans ses manifestations d'endémicité. Ainsi s'est réalisée dans la nature une expérience spontanée de large envergure, et dont l'interprétation paraît singulièrement instructive pour l'histoire de l'antipaludisme.

M. Roubaud estime ensuite qu'il est possible de reprendre sem-

blable expérience en pays palustre et d'y organiser rationnellement la prophylaxie animale du paludisme.

Mais la prophylaxie par le bétail ne doit pas simplement consister à introduire au voisinage des habitations humaines un rideau protecteur animal purement local et plus ou moins temporaire. Pour que cette protection soit efficace, il faut réaliser l'éducation trophique de la faune anophélienne en l'orientant d'une façon permanente et stable vers la population animale, de manière à développer les préférences des moustiques pour le bétail et à les amener à une indifférence de plus en plus complète à l'égard de l'espèce humaine.

Pour ce faire, il faut que l'alimentation sanguine d'origine animale soit assurée en permanence aux moustiques pendant toute la saison d'activité et sensiblement aussi toujours dans les mêmes conditions.

De plus, pour que l'alimentation normale de la faune anophélienne puisse être obtenue sans le concours des organismes humains, il conviendra, avant tout, de limiter la densité de cette faune par le contrôle des lieux de développement. Les grandes mesures antilarvaires restent donc à la base d'une prophylaxie anti-anophélienne bien conduite et la prophylaxie animale viendra surtout là où la faune anophélienne devra son développement à des gîtes de faible étendue.

D'autre part, pour les espèces qui, comme l'*A. maculipennis*, stationnent pendant le jour à côté de leur hôte, les abris à bestiaux constitueront en même temps de véritables pièges où l'on pourra détruire, par des visites périodiques, une énorme quantité d'*Anopheles adultes*. Cette chasse systématique sera aisément pratiquée à l'aide de filets rudimentaires, de balais de paille ou de branchages enduits de glu ou de goudron, qu'on promènera en tous sens sur le plafonnement des abris et dans tous les recoins où, le jour, s'immobilisent les moustiques.

Enfin, il faudra s'inspirer, pour le choix des animaux, des préférences alimentaires de l'espèce d'*Anopheles* envisagée. Il est évident que les grands animaux, le bétail bovin, les chevaux et mulets, dont le rôle attractif est le plus important à l'égard d'*A. maculipennis*, constitueront dans les régions où cette espèce est dominante, les animaux les plus appropriés à la préservation humaine. Après eux, viendront les porcs ou les chèvres et les moutons.

Mais quels que soient les hôtes protecteurs mis en cause, il faut de toute évidence rappeler ici que, dans une contrée à *Anopheles*, l'introduction du bétail ne constituera un moyen efficace de lutte que si celui-ci est placé dans des conditions de stabulation favorables à la nutrition des *Anopheles*, c'est-à-dire, suivant les cas, soit dans des abris de nature déterminée, ouverts ou non, soit en plein air.

Ross a classé les moustiques, d'après leurs rapports avec l'homme, en trois catégories : les *moustiques domestiques*, qui passent la majeure partie de leur existence dans les maisons ; les *moustiques subdomestiques*, qui y entrent seulement pour se nourrir de sang, et les *moustiques sauvages*, qui n'y pénètrent jamais.

Au point de vue de la détermination précise, non seulement des préférences alimentaires de chaque espèce anophélienne, mais aussi

de son comportement à l'égard des hôtes. M. Roubaud propose de substituer à la classification de Ross, la terminologie suivante, empruntée aux circonstances habituelles de nutrition sanguine, suivant que celle-ci exige le calme des abris ou le grand air.

On pourrait ainsi diviser les *Anopheles* en deux groupements essentiels :

Les *Entophiles* comprendraient les espèces, domestiques ou non, qui, comme l'*A. maculipennis*, recherchent leurs hôtes à l'intérieur des habitations ou des abris clos : étables, écuries ;

Les *Exophiles*, les formes qui attaquent leurs hôtes à l'extérieur, en plein air, de préférence aux abris clos *(A. bifurcatus)* ou sous des abris largement ouverts (vérandas, hangars, etc.).

A ces deux groupements essentiels, on en peut joindre un troisième, celui des *Amphophiles*, comprenant les espèces non fixées à un mode d'attaque défini et qui piquent aussi bien à l'intérieur des abris qu'en plein air.

Voici comment M. Roubaud termine ensuite son travail. « Le bétail protecteur, dit-il, pour être considéré comme efficient au point de vue antipaludique devra donc, suivant les cas, être placé dans des conditions d'attaque correspondant aux différentes catégories biologiques citées plus haut. Il s'ensuit que la prophylaxie animale du paludisme, et c'est là la principale difficulté à surmonter, devra s'accompagner d'une modification plus ou moins complète des habitudes locales en ce qui concerne l'élève des bestiaux. S'il s'agit d'espèces *Entophiles*, les grands troupeaux de bœufs parqués en plein air à distance des habitations, comme c'est le cas le plus ordinaire dans les régions chaudes, seront absolument inexistants pour la protection humaine, tandis que l'habitude prise d'abriter, au moins partiellement, ces animaux la nuit, pourra offrir les plus heureuses conséquences, au point de vue antimalarique. On voit donc que, les principes généraux étant posés, la prophylaxie par le bétail devra être adaptée aux différentes circonstances et s'inspirer avant tout étroitement de la connaissance éthiologique des espèces anophéliennes dominantes. Elle sera dirigée, avant tout, contre celles dont le pouvoir pathogène local aura été reconnu comme le plus important. Ainsi comprise, il n'est pas douteux que cette nouvelle méthode prophylactique, lorsqu'il sera permis de l'appliquer, ne contribue, dans une large mesure et dans les meilleures conditions possibles, à l'assainissement des pays palustres. »

C. — MOYENS DE DESTRUCTION DES MOUSTIQUES ADULTES.

Emploi des fumigations. Toute substance pouvant produire une fumée dense ou des vapeurs toxiques, peut être utilisée pour détruire les moustiques adultes. Voici les principaux de ces produits culicides :

Poudres de pyrèthre. — Les poudres de pyrèthre, connues dans le commerce sous les noms de poudre insecticide dalmate, de poudre insecticide persane, etc., sont très efficaces, lorsqu'elles sont fraîches

et dépourvues d'impuretés. Les poudres pures sont faites avec les capitules de deux espèces de plantes du genre *Pyrethrum* (Composées), finement moulus. Le principe actif paraît être une huile essentielle, qui s'évapore par une trop longue conservation ou exposition à l'air. Plusieurs poudres vendues dans le commerce sont apparemment falsifiées, en broyant les tiges du pyrèthre avec les capitules ou par d'autres moyens. Ces poudres ne sont évidemment pas aussi efficaces que les poudres pures (*).

Les poudres de pyrèthre peuvent être employées à sec ou en fumigations. A sec, elles sont insufflées dans les crevasses fréquentées par les insectes ou disséminées dans l'air du local dans lequel les moustiques séjournent.

Il est d'usage courant de brûler de la poudre de pyrèthre dans les chambres, à la tombée de la nuit. Dans ce but, la poudre est entassée en une petite pyramide, que l'on allume au sommet et qui brûle lentement, en produisant une fumée dense et piquante. Souvent, la poudre est au préalable mouillée, puis modelée à la main en petits cônes de la dimension d'une praline de chocolat. Ces cônes sont ensuite placés dans une casserole plate et sêchés complètement au four. Ils sont alors prêts à l'usage et, allumés par la pointe, se consument lentement, en envoyant dans l'air une mince colonne de fumée âcre. Ces cônes sont plus économiques que les pyramides de poudre sèche. Les moustiques sont stupéfiés par la fumée et tombent sur le plancher où ils sont balayés, puis brûlés.

Cette fumigation fait peu d'effet si les fenêtres sont ouvertes et s'il se produit ainsi un renouvellement de l'air, et, pour être efficacement protégé, il est nécessaire d'être entouré d'un nuage de fumée. La poudre peut également être étendue sur une plaque métallique placée sur le verre d'une lampe à pétrole allumée. De cette façon, les vapeurs de l'huile volatile se répandent dans la chambre. Ce procédé est, paraît-il, très efficace. Il économise la poudre et l'odeur est légère. Une autre méthode de combustion de la poudre de pyrèthre consiste à l'insuffler, à l'aide d'un vaporisateur, dans un jet de gaz brûlant.

A la Nouvelle-Orléans, on a calculé qu'afin de débarrasser complètement les maisons des moustiques, il fallait brûler le pyrèthre à raison d'une livre environ de poudre par mille pieds cubes (25 mètres cubes) d'air.

D'après Sir Rubert Boyce F. R. S. (23), pour détruire *Stegomyia fasciata*, il faut brûler trois livres (1,350 grammes) de poudre de pyrèthre par mille pieds cubes (25 mètres cubes), et l'application doit durer trois heures.Il vaut mieux de diviser la poudre en trois pots, contenant chacun une livre, que de mettre le tout dans un seul récipient. Ces pots seront placés dans des casseroles plates contenant un peu d'eau.La poudre de pyrèthre est utilisée dans les chambres contiguës à celle où repose un malade atteint de la fièvre jaune, car les

(*) La poudre la plus renommée est celle qui est faite avec les fleurs du Pyrèthre de Dalmatie. C'est aux environs de Sebenico que cette plante croît en abondance, dans les terrains rocailleux. La récolte de 1920 fut d'environ 120 wagons pour toute la Dalmatie.

fumées produites sont bien moins irritantes que celles dégagées par une fumigation à l'anhydride sulfureux. Il est toujours à recommander de contrôler l'efficacité de la fumigation par une expérience directe. Dans ce but, on introduit quelques moustiques vivants dans une boîte couverte de mousseline, placée en quelqu'endroit où ces insectes peuvent être observés du dehors. Lorsqu'ils sont morts, on peut en conclure que la fumigation a été efficace.

Soufre. — La combustion de soufre en poudre ou de morceaux de soufre, dans un petit pot, est un procédé de fumigation très efficace pour détruire les moustiques suspects d'infection. Sir Rubert Boyce (23), dit que le soufre est un excellent culicide ; il est bon marché et se trouve partout. On peut le brûler par petites quantités dans des pots à soufre ou, pour des fumigations plus importantes, dans des appareils Clayton. Il faut environ deux livres (900 grammes) de soufre par mille pieds cubes (25 mètres cubes) d'air. Les pots contenant cette substance seront placés dans des casseroles plates contenant une couche d'eau de 25 mm. Le soufre devra être enflammé avec de l'alcool et il faudra vérifier soigneusement s'il est bien allumé. La durée de l'opération est de trois heures. Les vapeurs sulfureuses corrodant les objets en métal, ces derniers devront être enlevés avant la fumigation (*).

Mélange de camphre et d'acide phénique. — Ce mélange, appelé culicide de Mimms, est constitué, par poids égaux, de camphre et d'acide phénique cristallisé. Les cristaux de l'acide sont fondus par une chaleur douce, puis la dissolution est versée lentement sur le camphre qui est absorbé ; il en résulte finalement un liquide clair, quelque peu volatil, à odeur agréable. Ce liquide est stable, et peut être conservé pendant quelque temps dans des récipients bouchés. Il constitue un excellent culicide et n'abîme ni les meubles, ni les vêtements, ni les objets de cuivre. Il laisse, après usage, une odeur rafraîchissante dans la pièce.

Pour s'en servir, on volatilise de trois à quatre onces de ce mélange par mille pieds cubes d'air (de 75 à 100 gr. par 25mètres cubes). L'opération dure deux heures. Le liquide est versé dans une casserole plate, placée sur une lampe à alcool ou à pétrole. Ce liquide est inflammable ; la vapeur dégagée est blanche, mais n'est pas explosive ; elle n'est pas dangereuse pour l'homme, sauf lorsqu'elle est très épaisse, mais elle donne, lorsqu'elle est trop librement respirée, des

(*) MM. C. Hederer et M. Sellier (86) ont décrit dans les *Arch. Med. Pharm. navales de Paris*, (2 août 1919), un nouvel appareil portatif à sulfuration, inventé par le vétérinaire major Lochon. Dans cet appareil, une combustion rapide d'une grande quantité de soufre est obtenue par un moyen très simple. Ordinairement, on ne peut brûler que 20 à 25 grammes de soufre par m³, mais avec le brûleur Lochon, 100 à 120 grammes par m³ sont vaporisés en une demi-heure environ.

Pour l'usage, 6 grammes de poudre oxydante sont ajoutés à 100 grammes de soufre. Le rôle de cette poudre est de fournir l'oxygène nécessaire pour produire de l'anhydride sulfurique (SO^3) dans la proportion de 0.4 % de la quantité totale de gaz émise.

Le mélange de SO^2 et SO^3 a une action microbicide et parasiticide énergique et n'entraîne pas la décoloration et la détérioration produite par l'anhydrique sulfureux employé seul.

L'appareil de M. Lochon peut également être employé pour vaporiser du formol.

maux de tête. Les chambres à enfumer à l'aide du culicide de Mimms doivent être hermétiquement fermées.

Crésyl et créoline. — MM. Bouet et Roubaud préconisent l'emploi, pour tuer les moustiques, de fumigations à l'aide du crésyl.

Les vapeurs de crésyl stupéfient presque immédiatement les insectes, et si ceux-ci reviennent plus tard à la vie, les lésions qui leur sont infligées les empêchent de devenir nuisibles. Une dose un peu plus forte ou une action plus prolongée amènent la mort. Ces vapeurs étant inoffensives pour les hommes et pour les animaux, on peut pénétrer dans une chambre, après une fumigation à l'aide du crésyl. Le seul inconvénient est une légère irritation de la conjonctive. Ces vapeurs n'endommagent pas les objets de ménage, les métaux et les dorures. Il n'est pas nécessaire d'agiter artificiellement l'air, car le crésyl est très volatil.

D'après MM. Bouet et Roubaud, la dose efficace est de 5 gr. de crésyl par mètre cube d'air, et l'enfumage d'un espace de 25 mètres cubes revient à moins de dix centimes. Il n'est pas nécessaire de boucher hermétiquement les petites ouvertures. Le crésol, produit plus purifié que le crésyl, est plus efficace, mais il coûte plus cher (*) D'après M. R. Legroux (116), l'Institut Pasteur a établi le modèle d'un appareil simple et peu coûteux pour l'emploi des vapeurs de crésyl. C'est une gamelle réglementaire, placée sur un cylindre de tôle perforée finement (trous de quatre dixièmes de mm.), afin d'éviter l'inflammation des vapeurs produites ; une lampe à alcool, sans mèche, évapore le crésyl (voir fig. 66).

Suivant M. G. Moniz (151) (Brazil Medico), la créoline serait plus efficace, comme culicide, que la poudre de pyrèthre. Cette méthode de fumigation est surtout recommandable pour les chambres fermées. La dose préconisée est de 6 cc. par mètre cube d'air. La substance est mise dans un récipient posé sur un trépied, se trouvant lui-même dans un baquet d'eau placé sur le plancher. Il faut, pour vaporiser 600 cc. de créoline, 270 cc. d'alcool. Comme la vapeur est très lourde, il n'est pas nécessaire de mastiquer les fissures des murs et du plancher. Il suffit de tenir portes et fenêtres fermées pendant trois heures ; au bout de ce temps, tous les moustiques sont tués (**).

Cyanure de potassium. — Le gaz cyanhydrique est plus irritant et plus toxique que l'anhydride sulfureux et l'oxyde de carbone. Il est

(*) Dans les petits locaux (chambres et tentes), une cuillerée à thé de crésol, chauffée jusqu'à vaporisation totale, chasse complètement les moustiques.

(**) Une nouvelle méthode de fumigation des habitations infestées par les moustiques a été essayée expérimentalement à Accra (Côte d'Or), par M. D. Alexander (3), et a donné des résultats très satisfaisants. La créoline fut d'abord employée, puis l'Izal et ensuite un mélange des deux substances. L'appareil consistait en un récipient émaillé pouvant contenir suffisamment de produit pour enfumer une chambre de 80 m³, et en une lampe capable de vaporiser cette quantité en 3 heures. Quelques minutes après la réouverture des portes, l'atmosphère était suffisamment épurée pour qu'on puisse pénétrer dans le local. Cette méthode est bien moins coûteuse que la fumigation au soufre.

produit rapidement et facilement, n'abîme pas les objets et ne présente que peu de danger en des mains expérimentées (*).

D'après MM. R. H. Creel et F. M. Faget (41), la quantité de cyanure de potassium requise pour traiter 25 mètres cubes d'air et détruire les moustiques, est de 10 grammes environ; la durée d'action doit être de 15 minutes. La destruction des moustiques au gaz cyanhydrique est neuf fois moins coûteuse que celle à l'anhydride sulfureux et demande beaucoup moins de temps. De plus, après diffusion du gaz toxique, sa dilution est telle, qu'il n'y a pratiquement plus de danger pour la vie humaine.

Fig. 66. — Emploi des vapeurs de crésyl pour enfumer les moustiques adultes.

Vaporigène (gamelle) à crésyl, dont les différentes pièces sont disjointes :

1. Gamelle où se verse le crésyl, au moyen de la mesure *B*;
2. Cylindre de tôle perforée;
3. Lampe à alcool, qu'on remplit au moyen de la mesure *A*. (D'après R. Legroux.)

Comme nous l'avons vu, les fumigations à l'acide cyanhydrique sont employées pour la destruction des insectes à bord des navires.

Etant donné le grand danger que présente l'emploi du cyanure de potassium, surtout si les quantités de cyanure employées ne sont pas très bien dosées, nous conseillons une extrême prudence dans toutes les manipulations du produit. Si l'on a touché le cyanure avec les doigts, on se lavera soigneusement et immédiatement les mains. Avant de pénétrer dans la place fumigée, on l'aérera largement pendant une demi-heure. L'idéal serait de pouvoir ouvrir les fenêtres de l'extérieur.

Autres substances. — D'après le Dr John B. Smith, la poudre de *Datura stramonium* peut être avantageusement brûlée dans les maisons. Il faut huit onces (225 grammes) de poudre par 25 mètres

(*) Mode opératoire :

Pour produire l'acide cyanhydrique, on fera agir de l'acide sulfurique dilué sur du cyanure de potassium.

Ces substances s'emploient dans les proportions respectives suivantes : 1 partie en poids de cyanure pour 1 1/2 partie d'acide sulfurique du commerce et deux parties d'eau.

Dans une large terrine en terre vernissée, on verse la quantité d'eau calculée et mesurée, puis on y fait couler l'acide en un mince filet, en agitant constamment. Jamais on ne versera l'eau dans l'acide, ce qui occasionnerait des projections dangereuses. La terrine contenant l'acide dilué est placée sur le sol au milieu du local. La dose de cyanure est enveloppée dans un petit morceau de papier buvard mince ou de papier de soie et déposée dans l'acide. Sitôt cette opération faite, on ne s'attardera pas un instant à voir ce qui se passe, à constater si l'acide pénètre dans le papier, si le gaz se dégage ou non, mais on sortira *immédiatement* de la place dont on fermera la porte.

Après fumigation et aération, on jettera le liquide à l'égoût en évitant de respirer les gaz dissous qu'il peut dégager encore lentement.

cubes d'air (mille pieds cubes). Pour rendre le produit plus combustible, il est recommandé de le mélanger avec du salpêtre ou nitrate de potasse, dans la proportion d'une partie de salpêtre pour trois de poudre. Les vapeurs ne sont pas dangereuses pour l'homme et n'abîment pas les objets en métal ; cette poudre peut être utilisée sans danger ; on peut la brûler dans une casserole étamée ou sur une pelle.

D'après M. A. Celli (33), M. D. Marras a expérimenté, en 1912, en Italie, l'utilisation, comme culicides, des vapeurs ou fumées produites par la combustion des graines de diverses plantes indigènes et exotiques. Il résulte de ces expériences qu'aucun rapport n'existe entre l'action irritante de ces fumées sur la muqueuse nasale et leur efficacité. Certaines de celles qui avaient le moins d'effet sur les êtres humains, possédaient la plus grande action sur les moustiques (*).

Enfin, un docteur japonais recommande de brûler des pelures d'oranges sèches pour éloigner les moustiques (**).

Emploi des pulvérisations de liquides culicides.

Les méthodes d'aspersion (Konspersions methode) avec liquides culicides, des locaux envahis par les moustiques, préconisées par Giemsa en 1911, se sont montrées efficaces, et des recherches sont actuellement faites en vue de les perfectionner et d'obtenir des liquides culicides bon-marché. M. G. Giemsa (75). dans un article paru en 1914 dans *Archiv. fur Schiffs und Tropen-Hygiene*, conseille l'emploi, pour l'aspersion, d'une solution à 2.5 pour cent de savon potassique

(*) M. Y. Hayashi (85) a décrit une méthode de fumigation employée à Formose par les autorités militaires, pour la destruction des moustiques.

Des cordes de papier saupoudré au préalable de 25 grammes de poudre insecticide ordinaire (probablement le pollen d'*Aster Sinensis*), sont suspendues à un support incombustible et allumées, ou bien elles sont jetées sur un brasier de charbon de bois.

— M. A. Pickels (162) signale un moyen efficace de détruire les moustiques, employé en Nigérie, spécialement dans les huttes d'argile à toit de chaume.

Il consiste à pratiquer une douzaine de trous dans le fond d'un pot indigène, à placer ce fond sur trois pierres et à faire en dessous un bon feu de charbon de bois.

Des brisures de tabac indigène sont entassées sur le fond et, au-dessus, on place un sac en papier rempli de poivre noir.

Ceci constitue un excellent appareil de fumigation qui doit rester pendant 24 heures dans la hutte, rendue, au préalable, aussi étanche que possible.

En ouvrant la hutte, on trouve morts ou anesthésiés sur le plancher tous les insectes : moustiques, mouches, etc. ; ceux-ci sont alors balayés et brûlés.

(**) M. W. Moore a exposé, dans *Jour. of Agricult. Research*, Washington, d'août 1917, les résultats de ses recherches sur les rapports entre la toxicité et la volatilité des insecticides. En règle générale, ce sont les produits les moins volatils qui sont les plus toxiques pour les insectes. C'est ainsi que l'alcool éthylique détruit mieux les insectes que l'alcool méthylique, ce qui est le contraire de ce qui se passe avec ces deux produits, chez les animaux supérieurs. M. W. Moore explique comme suit cette différence : La vapeur présente dans l'air est introduite dans les trachées des insectes et est condensée lorsqu'elle atteint les plus fines divisions de ces organes. Il en résulte que, si un composé est très volatil, il s'évaporera et sortira facilement du corps de l'insecte, tandis que, s'il n'est que faiblement volatil, il y restera, pénétrera dans les tissus et provoquera des réactions toxiques. Chez les animaux supérieurs, au contraire, lorsque le composé se trouve dans les poumons. il en est rapidement enlevé par le sang, qui le transporte dans toutes les parties du corps, lui donnant ainsi l'occasion de réagir chimiquement sur les tissus.

Préalablement, M. W. Moore (152) avait publié, dans le même journal de juin 1917, les résultats de ses expériences sur la toxicité, pour les insectes, des vapeurs d'une série de 28 dérivés de la benzine. Le but était de trouver une substance qui, tout en tuant les insectes, n'était nuisible ni aux animaux domestiques, ni aux plantes.

(savon mou). De bons résultats ont également été obtenus avec une solution à 1.5 pour cent de savon médical pur à la soude. Il n'est guère probable que des solutions aussi faibles puissent endommager l'ameublement et les garnitures, mais des essais préalables peuvent être faits dans les huttes indigènes, les étables, etc. Il est à remarquer que, par l'addition de savon, les propriétés culicides de diverses substances sont rendues beaucoup plus actives. Il en est ainsi notamment pour la teinture de pyrèthre, le formol, etc. Une solution de cinquante grammes de formol commercial dans un litre d'eau, occasionne une forte irritation des poumons, mais ne détruit pas les moustiques ; de même, une solution de cinquante grammes de savon potassique dans un litre d'eau est sans action culicide, mais si les deux liquides sont mélangés, il suffit de la moitié des quantités indiquées plus haut pour tuer instantanément tous les insectes. Lorsque l'odeur du formol n'est pas trop prononcée, on la dissipe facilement dans une chambre, en laissant s'évaporer une petite quantité d'ammoniaque. Au point de vue pratique, nous relevons dans les conclusions de M. Giemsa que : 1° le savon constitue une excellente base pour les solutions culicides d'aspersion ; 2° une réussite complète a été obtenue au laboratoire, avec les préparations suivantes : 56 grammes de savon potassique à l'alcool (Pharm. Germ.) dans un litre d'eau ; 38 grammes de savon médical dans un litre d'eau ; 14 grammes de savon médical dans un litre d'eau contenant 52 grammes de formol commercial (35 p. c.), etc. ;3° il faut employer de l'eau pauvre en calcaire, si possible de l'eau de pluie ; 4° les solutions savonneuses contenant du formol agissent très énergiquement sur les moustiques ; sous des formes plus concentrées, elles tuent la mouche domestique et la mouche d'étable *(Stomoxys)* et peuvent même être employées contre les tsétsés et les tiques ; 5° ces solutions, ayant de puissantes propriétés bactéricides, peuvent également servir comme désinfectants ; 6° ces méthodes sont peu coûteuses et on peut les employer facilement partout.

Le liquide du Dr J. Malinin est un autre produit culicide, employé en aspersion dans les locaux et notamment dans les baraquements de soldats, et qui a été expérimenté en Russie (Tiflis), dans la lutte contre la malaria.

Ce liquide est un mélange de cinq parties de térébenthine russe et cinq parties de pétrole, avec une partie de poudre persane *(pulvis persicum)* ; à ce mélange sont ajoutés de l'acide phénique cristallisé, 5 pour cent d'essence de cannelle spécialement préparée et 1.5 pour cent d'huile de cannelle. La méthode de préparation, passablement compliquée, a été résumée d'après une étude russe du Dr A. X. Grigoriew (83), dans la *Review of applied Entomology*, Ser. B, de juillet 1915. Elle procède par extraction, décantation, pression et filtration. Le liquide obtenu a, en couche mince, une teinte jaune-verdâtre et présente, sous plus forte épaisseur, une couleur brun-noirâtre. Au contact des métaux, il devient vert-émeraude, mais ce changement n'altère en rien ses qualités. L'odeur faible, particulière, de goudron de bouleau, devient plus forte si, avant usage, on dissout le liquide dans du pétrole. Cette odeur n'est pas désagréable. En aspersion, le

liquide du Dr Malinin cause d'abord une sensation d'oppression, mais celle-ci dure peu, étant remplacée par une sensation agréable de fraîcheur (*).

Emploi des appareils de capture des moustiques.

Nous donnons ci-dessous la description succincte de quelques-uns des pièges, souvent fort ingénieux, inventés pour capturer les moustiques adultes.

Ces pièges sont de deux types, les uns pour la capture à la main, les autres destinés à être placés dans les locaux infestés par les moustiques.

Pièges à main. — Un piège très simple et facile à fabriquer, est fort en usage dans certaines parties des Etats-Unis. Sa manipulation est commode et son efficacité très grande. Ce dispositif consiste en une petite coupe de fer blanc, très peu profonde (le couvercle d'une boîte à cirage, par exemple), clouée à l'extrémité d'un long bâton.

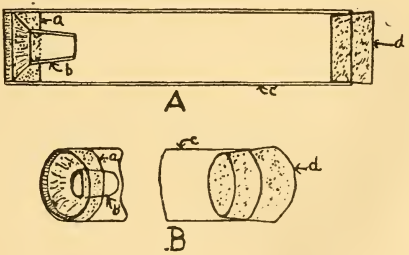


Fig. 67. — Piège à main de M. T. H. D. Griffitts, pour la capture des moutiques.
En *A*, coupe longitudinale du tube.
En *B*, les deux extrémités du tube, montrant le dispositif de capture.

Pour l'emploi, on y verse une petite quantité de pétrole ; après quoi, à l'aide du bâton, la coupe est appliquée au plafond, de façon à recouvrir, tour à tour, chacun des moustiques s'y trouvant au repos. Le moustique ainsi capturé essaie de s'envoler et est pris dans le pétrole, qui le tue. Par ce moyen, la plus grande partie des moustiques

(*) Dans les *Trans. of the Soc. Trop. Med. and Hyg.*, de Londres, du 16 mai 1919, M. H. Maxwell Lefroy (111) décrit, en détail, des essais d'aspersion contre les mouches, faits à l'aide de nombreuses substances.

La formule suivante s'est montrée la plus efficace : 2 livres (920 grammes) de pyrèthre, 1 gallon (4 1/2 litres) d'alcool, 1 gallon de safrol et suffisamment de savon pour que le mélange s'émulsionne (environ 230 grammes). Ce mélange est dilué à 1 pour 30.

Sous les climats chauds, la formule ci-dessus n'est efficace que si l'on y ajoute de 1/2 à 2 p. c. d'huile de ricin.

se trouvant le soir dans une chambre à coucher et certainement tous ceux posés sur le plafond, peuvent être détruits, avant de se mettre au lit.

M. Griffitts, T. H. D. (81), dans le *Jl. Americ. Med. Ass.* de Chicago (1916), a donné la description d'un autre dispositif du même genre, qu'il a imaginé (voir fig. 67) et qui consiste en un tube de verre ou de celluloïd *(c)*, d'environ 2.5 cm. de diamètre et 12.5 cm. de longueur, fermé à une des extrémités par un bouchon fait de liège ou d'une autre substance *(d)*. A l'autre bout, on introduit également un bouchon de liége d'un centimètre d'épaisseur *(a)*, ayant une perforation centrale de 12.5 mm. de diamètre ; dans cette perforation s'ajuste exactement un second petit tube de verre ou de celluloïd *(b)* d'environ 20 mm. de longueur, de la forme d'un cône tronqué, l'extrémité tournée vers l'extérieur ayant 12.5 mm. de diamètre et celle tournée vers l'intérieur, 10 mm. L'entrée des moustiques peut être observée au travers du verre ou du celluloïd. En faisant une capture, l'extrémité large du petit tube est placée de façon à recouvrir le moustique au repos. En moyenne, chaque capture demande trois secondes. Ce piège peut surtout servir pour capturer des moustiques vivants, destinés à des expériences de laboratoire. Lorsqu'une dizaine de moustiques ont été capturés de cette façon, ils seront introduits dans un autre récipient.

Dans la zone du canal de Panama, suivant MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein (117), la capture à la main des moustiques s'est faite de la façon suivante : Un tube de verre d'environ 12 cm. de longueur et 2.5 cm. de diamètre est garni, au fond, d'une couche de 2.5 cm. d'épaisseur, de petites bandes en caoutchouc, tenues en place par un tampon d'ouate absorbante qui, à son tour, est recouvert d'un disque de papier buvard. Ce disque facilite l'enlèvement des moustiques et empêche qu'ils ne s'accrochent dans l'ouate. Quelques centimètres cubes de chloroforme sont ensuite versés dans le tube, qui est bouché, et le chloroforme est absorbé par les bandes de caoutchouc. Un tube ainsi préparé, conserve son efficacité pendant plusieurs jours. L'usage en est moins dangereux que celui du tube à acide cyanhydrique. Pour capturer un moustique, le bouchon est enlevé et on place vivement le goulot sur l'insecte au repos. Au bout de quelques instants, il tombe au fond du tube.

Muni d'un de ces pièges, d'un battoir fait d'un morceau de toile métallique de 15×15 cm., fixé à un bâton de 60 cm. de longueur, et, si nécessaire, d'une lampe portative électrique ou autre, un ouvrier ou un boy est bien équipé et sera vite assez habile pour capturer un nombre surprenant de moustiques. Dans les habitations, cette chasse est facilitée, lorsque les murs sont blancs ou de couleur claire. Les *Anopheles* se reposent, durant le jour, dans les coins les plus sombres ; il faut donc les chercher soigneusement, car sur les parois foncées, ils sont presque invisibles.

Tôt le matin, aussitôt après le lever du soleil et au crépuscule, les *Anopheles* se réunissent ordinairement sur la toile métallique des vérandas, portes, fenêtres, et sont plus faciles à détruire qu'à l'inté-

rieur. Toutefois, ici, le tube à chloroforme ne réussit pas aussi bien et il faut employer en plus le battoir (*).

Pièges fixes. — M. H. Maxwell-Lefroy (110), professeur au Collège des Sciences à Londres, auparavant entomologiste du Département de l'Agriculture des Indes anglaises, a construit un piège consistant en une boîte de bois, garnie de drap vert foncé et ayant une porte à charnières. Ce piège a 0.30 m. de longueur, 0.30 m. de largeur et 0.22 m. de profondeur. Un petit trou recouvert par une pièce de bois ou de métal tournant sur un pivot est ménagé au haut de la boîte. Le principe de ce piège est basé sur l'habitude des moustiques de rechercher, pour se reposer, un endroit frais et éclairé, tel qu'un coin sombre de la chambre, les tablettes d'une bibliothèque ou toute autre place de ce genre. Si donc le piège est placé dans une partie du local très fréquentée par les moustiques et si ceux-ci sont chassés, autant que possible, de tous les autres endroits sombres, à l'aide d'un plumeau ou de fumée de tabac, ils entreront dans le piège, pour y passer la journée au repos. La porte est ensuite hermétiquement fermée et une petite quantité de benzine est introduite dans l'ouverture du haut. Cette substance tue tous les moustiques qui se trouvent dans la boîte. Cette dernière est ensuite complètement aérée et remise en place. Grâce à ce piège, M. Maxwell-Lefroy a réussi à détruire beaucoup de moustiques dans les chambres ; à un certain moment, il en captura, en moyenne, 85 par jour.

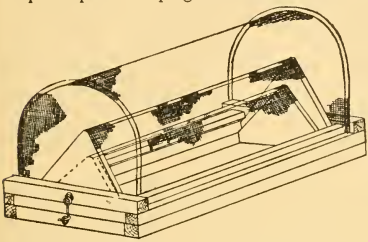


Fig. 68. — Le piège à moustiques adultes de MM. Bath et Proctor. — Ce piège a donné d'excellents résultats dans toute la zone du canal de Panama. — Six de ces appareils, employés journellement, ont permis de capturer en 60 jours, 37,000 moustiques *Anopheles*. — Voir la description du piège, p. 120.

Un autre dispositif, dû à M. le major S. P. James (103), est employé à Ceylan pour capturer les moustiques migrateurs. Il consiste en une cage rectangulaire, faite de châssis de bois recouverts de tulle ou de gaze, une extrémité étant fermée par une porte à charnières. Les dimensions de cette cage sont 1.50 m. de longueur, sur 0.90 m. de profondeur et autant de largeur.

(*) Un rapport de M. L. H. Dunn (52) sur la capture des moustiques à la main, dans les habitations de la zone du canal de Panama, du 1er février 1916 au 31 janvier 1917, a été publié récemment dans les *Proc. Med. Assoc. Istmian Canal Zone.*

Le travail était fait par des nègres, à l'aide de grands tubes à essai, contenant un tampon imbibé de chloroforme. En tout, 391,019 moustiques furent capturés au cours de l'année, dont 251,332 *Teeniorhynchus titillans*. Parmi les *Anopheles*, les plus nombreux furent les *Anopheles albimanus ;* puis venaient, par ordre de fréquence : *A. tarsimaculatus, A. malejactor, A. pseudo-punctipennis, A. epicimaculata et A. argyrotarsis.*

Des pièges de ce genre sont placés sur le sol, dans un coin ombragé du jardin, et recouverts de toile d'emballage ou de toile goudronnée, de façon à en rendre l'intérieur obscur et frais. Deux ou trois plantes en pots sont introduites dans le piège et plusieurs autres placées à l'extérieur, près de la porte entr'ouverte. Les pièges restent toute la nuit et le matin suivant, vers huit ou neuf heures, on secoue la végétation voisine et on allume de la paille et des torches en papier, dans toutes les constructions et dépendances environnantes, de façon à en chasser les moustiques. Ceux-ci découvrent bien vite les refuges frais formés par les pièges et y pénètrent. Une demi-heure plus tard, les portes sont fermées et les moustiques sont tués, soit en exposant les boîtes pendant une ou deux heures au soleil brûlant, soit en faisant récolter les insectes dans des tubes à essai, par un boy, qui pénètre à cette fin dans les pièges. Il ne faudra pas employer, pour détruire les moustiques, du soufre ou une autre substance à odeur forte, car les pièges seraient ainsi rendus inefficaces (*) (**).

Fig. 69. — Emplacement du piège de MM. Bath et Proctor. — Ce piège est destiné à capturer les moustiques qui essaient de pénétrer dans une chambre et, à cette fin, il est appliqué à l'intérieur, contre une fenêtre garnie de toile métallique, l'ouverture tournée vers le dehors.

Le schéma ci-dessus représente le côté extérieur de la fenêtre, avec l'entrée du piège.

MM. Bath et Proctor, inspecteurs du service d'hygiène de la zone du canal de Panama, ont inventé un appareil de capture des moustiques adultes, qui a donné d'excellents résultats et qui a été adopté dans toute la zone. Il consiste essentiellement en des cages de toile métallique emboîtées, formant labyrinthe, et supportées par un châssis de bois. La figure 68 de la page 119 nous représente ce piège. Les détails de construction en sont donnés dans l'ouvrage *Mosquito Control in Panama*, de MM. J. A. Le Prince et A.-J. Orenstein (117), et dans un article *Insect Trap*, paru dans le *Canal Record*, d'Ancon, fév. 1914 (***). Le but de ce piège est de capturer les moustiques qui essayent de pénétrer dans une chambre et, à cette fin, il est appliqué intérieurement, contre une fenêtre garnie de toile métallique, l'ouverture tournée vers le dehors (voir fig. 69). Pour capturer les *Anopheles*, ce

(*) Un piège fixe pourrait être placé dans les W.C. ou latrines. Il semble que les *Anopheles* soient spécialement attirés par le voisinage des matières fécales. C'est ainsi que M. H. Werner (210) a signalé que, d'après des observations faites durant le printemps et l'été de 1916, dans les districts marécageux de la Russie blanche, les *Anopheles* avaient une préférence marquée pour les latrines. Il n'en était pas de même pour les diverses espèces de *Culex*. Dans certaines localités, les *Anopheles* n'étaient trouvés que dans les latrines.

(**) M. E. R. Richardson (169) décrit un piège pour la destruction des moustiques adultes, employé en Malaisie (Malacca), et consistant en un étang artificiel à niveau variable. La surface huilée est vite couverte des moustiques qui s'y déposent. Un tel piège doit être installé dans le voisinage des lieux de multiplication.

(***) Insect Trap, *Canal Record*, Ancon, VII, n° 25, 11 féb. 1914, p. 239-40.

piège doit être attaché du côté de la construction situé à l'abri du vent, car s'il est fixé du côté exposé au vent, il contiendra surtout des *Culex*.

Le nombre de moustiques qui se font prendre dans ces cages est très grand, et il n'est pas rare d'avoir, en une nuit et dans un seul piège, plusieurs centaines de captures. Six de ces appareils, employés journellement, pendant soixante jours, donnèrent un chiffre total de 37,000 *Anopheles* capturés, et, en une nuit, un seul piège récolta 1,018 de ces moustiques. Le prix de revient des appareils de MM. Bath et Proctor était, en 1914, de dollar 1.25 pièce, fabriqués à la main et par douzaine.

Enfin, citons encore les pièges à moustiques construits par M. Et. Sergent, qui, d'après M. R. Legroux (116), ont été en usage dans l'armée d'Orient (Salonique). La figure 70, page 122, permet de se passer d'une description. Ces pièges seront placés dans les angles sombres des locaux (*).

Débroussements. Les débroussements faits autour des villages indigènes et des établissements européens constituent un bon moyen d'éloigner les moustiques adultes. Les *Anopheles*, en effet, ainsi que d'autres moustiques à mœurs nocturnes, se réfugient volontiers, pendant le jour, dans la végétation basse et dense (jungle, brousse, hautes herbes, etc.), qui se trouve à leur portée. Dans ces retraites, ils attendent le moment favorable pour pénétrer dans les habitations et renouveler leurs attaques. De plus, les herbes et buissons présentent encore l'inconvénient de faciliter aux *Anopheles* adultes, à vol faible et peu étendu, le voyage entre les mares de reproduction et les lieux habités, où ils trouvent leur nourriture. En supprimant ces gîtes d'étape, on empêche leur invasion nocturne. Toutes les hautes herbes, les buissons et broussailles devraient être coupés ou supprimés dans un rayon d'au moins deux cents mètres autour des habitations. D'après M. le major J. L. Marjoribanks (141), aux Indes, certains villages non entourés d'arbres et de grandes herbes et complètement accessibles aux brises marines,

(*) M. C. W. Metz (146) signale que, dans certaines districts ruraux des Etats-Unis, de petites porcheries, dont il décrit la construction, ont été employées avec succès comme pièges à moustiques. Les *Anopheles* étaient suffisamment attirés par les porcs pour pénétrer dans ces pièges et les habitations voisines étaient ainsi pratiquement débarrassées des moustiques.

D'autre part, M. U. C. Loftin (123), dans le *Florida Buggist* de mars 1920, donne les résultats d'expériences faites à Gainesville, avec des pièges à moustiques constitués par des flacons ou des boîtes colorés en noir à l'intérieur, ou garnis de tissu noir. Ces pièges doivent être étroits et profonds et être placés dans une chambre bien éclairée.

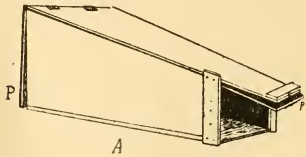
Les moustiques y pénètraient tôt le matin. Les plus fortes captures furent faites après des nuits calmes et chaudes. *Culex fatigans* entrait pour 98 p. c. dans le total et les *Anopheles* pour près de 2 p. c. seulement.

Ces pièges, ajoute M. Loftin, ne peuvent pas être recommandés pour débarrasser complètement une place des moustiques, mais, employés judicieusement, ils peuvent réduire sensiblement leur nombre.

Enfin, M. W. O. Owen (160) décrit, dans le *New-York Medical Jl*, du 5 avril 1919, un piège illuminé, consistant en un bocal à fruits contenant une couche de plâtre au cyanure de potassium. A l'intérieur se trouve une petite lampe électrique. L'ensemble est enfermé dans une boîte en fer blanc. D'après l'auteur, ce piège est surtout utile pour capturer les moustiques.

sont absolument indemnes de malaria. Il serait à souhaiter, ajoute cet auteur, que d'autres villages, moins favorablement situés, soient également rendus accessibles à ces brises. A cette fin, il faudra encourager les habitants à couper tôt les herbes et à les tenir courtes dans le voisinage immédiat des maisons et également sur les flancs de toutes les collines qui dominent le village.

Les avantages du débroussement ont été bien compris à Masindi (Ouganda). La photographie que nous reproduisons (fig. 84) et que nous devons à l'obligeance de M. E. Leplae, Directeur général au Ministère des Colonies, représente l'hôtel de Masindi et ses environs immédiats. Cette localité a été complètement débarrassée de la malaria et de l'hématurie, depuis que les hautes herbes qui servaient de refuge, pendant le jour, aux moustiques *Anopheles* adultes, ont été remplacées par du gazon de *Cynodon dactylon* (Bermuda Grass) tenu bien court.



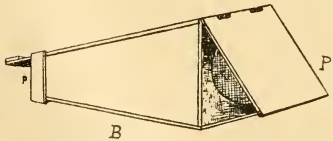


Fig. 70. — Piège à moustiques de M. Et. Sergent. — En *A*, la petite porte grillagée *p* est ouverte pour permettre l'entrée des moustiques. La grande porte pleine *P*, qui ferme l'autre extrémité, est abaissée. — En *B*, le même piège; la petite porte *p* est abaissée, la grande *P*, est soulevée. A travers les deux grillages, on se rend compte de la présence des moustiques, avant de les détruire par les fumées d'un feu de paille ou de papier. (D'après R. Legroux.) (Voir p. 121.)

Dans certains cas, l'incendie de la brousse ou de la jungle entourant les agglomérations humaines serait même à conseiller, comme moyen de destruction des moustiques adultes qui y ont trouvé refuge.

Enfin, comme nous le verrons plus loin, les débroussements facilitent encore la découverte et la suppression des petites agglomérations d'eau : petites mares, flaques, etc. (v. fig. 23), qui servent de milieu de développement aux larves de moustiques et que la végétation touffue cache complètement.

Les fig. 76 à 78 reproduisent, d'après des vues prises par M. le Directeur général Leplae, lors de son dernier voyage au Congo, trois aspects des rives du grand fleuve. Ces rives sont encombrées d'une végétation où pullulent les moustiques et les tsétsés. Elles sont, par conséquent, malsaines.

Trois autres vues (fig. 79, 82 et 83), nous montrent, au contraire, des rives assainies par débroussement et nettoyage et où la malaria et la maladie du sommeil ne se propagent plus.

Protection des ennemis naturels des moustiques adultes.

Beaucoup d'animaux font leur proie des moustiques adultes et il convient de les protéger autant que possible. Il est évident que ces animaux ne peuvent détruire complètement les moustiques dans une localite, mais ils peuvent limiter, dans une certaine mesure, leur développement excessif.

Les *araignées* sont, paraît-il, d'utiles destructrices de moustiques adultes. Plusieurs espèces d'araignées tendent leurs toiles au-dessus des petites mares où les moustiques effectuent leur développement, et capturent, dit-on, au passage, les jeunes imagos venant de sortir des pupes. D'après M. L. Nicholls B. A., M. B. (156), à Sainte-Lucie (Antilles), de petites mares contenant des larves étaient si bien recouvertes par les toiles d'araignées, qu'il était étonnant que les moustiques nouvellement éclos pussent échapper à ces pièges. Ceci était surtout le cas, par temps sec, pour les petites flaques temporaires.

D'après MM. J. A. Le Prince et A. J. Orenstein (117), à Panama, il semble plutôt que les araignées capturent les moustiques sans tendre de toile, mais en bondissant sur eux. Les *Anopheles* n'ont, en effet, aucune difficulté à quitter le réseau d'une toile d'araignée qu'ils ont choisie comme lieu de repos. On peut voir, par contre, des milliers d'araignées et des millions de fourmis sur les grandes herbes et les roseaux entourant les mares peu profondes de la région, et ces insectes détruisent probablement beaucoup de moustiques nouvellement éclos. Au Nyassaland, les araignées de la famille des Attides capturent, paraît-il, beaucoup de moustiques dans les maisons (*).

Les libellules sont également de grands ennemis des moustiques adultes et elles planent au-dessus des pièces d'eau, à la recherche de leur proie.

M. Nezlobinsky, N. (154), a observé, en 1911, sur les bords du Dniéper inférieur (Russie), que des libellules ressemblant à *Libellula pectoralis* détruisirent, en trois ou quatre jours, tous les moustiques de la localité, et, d'après M. Charleman, E. (35), au cours des grandes migrations de libellules *(Libellula quadrimaculata* L.), qui se produisirent en Russie, durant le printemps et l'été de 1914, ces névroptères prédateurs dévorèrent beaucoup d'insectes nuisibles et notamment des *Anopheles*.

Toutefois, pour que les libellules constituent un sérieux facteur de réduction des moustiques, il faut qu'elles soient présentes en nombre anormal.

Les petites *fourmis* détruisent les moustiques, partout où elles en ont l'occasion. Dans la zone de Panama, l'on a observé qu'elles pénétraient dans les pièges à moustiques. Dès qu'elles avaient découvert un de ces pièges, un courant continu de fourmis s'établissait, les unes y allant, d'autres en revenant. Les moustiques morts étaient d'abord dévorés, puis les vivants étaient attaqués. Une fourmi agripait un moustique à la patte et d'autres venaient immédiatement lui

(*) D'après l'*Annual Report of the Department of Agriculture*, Nyasaland Protectorate for the Year ended 31 March 1916.

prêter assistance. Des fourmis furent également observées, attaquant une larve de moustique se trouvant dans une petite agglomération d'eau, à la base d'une feuille de bananier.

M. le major Lalor I. M. S., a signalé récemment qu'en Birmanie, une espèce de moucheron hématophage du genre *Ceratopogon (Chironomidae)* fait sa proie des *Anopheles* adultes *(A. fuliginosus, A. karwari* et *A. ludlowi)*. Environ 6 p. c. des *A. fuliginosus* pénétrant dans les maisons, étaient ainsi attaqués, les moucherons s'attachant à l'abdomen et au cou des moustiques. Certains des *Ceratopogon* contenaient du sang, puisé sans doute dans l'estomac de leur proie (*).

D'autre part, M. le Dr Stanton a signalé un autre *Ceratopogon* qui attaque de la même façon *A. fuliginosus, A. karwari* et *A. sinensis*, à Kuala-Lumpur (Etats fédérés malais). Dans ce cas, le moucheron était invariablement attaché à la face ventrale de l'abdomen du moustique et contenait toujours du sang. Il est probable, cependant, que la présence de sang dans le *Ceratopogon* est accidentelle et que la vraie nourriture de ce dernier est constituée par les liquides contenus dans le corps du moustique.

Les *lézards* et les *petites grenouilles* se nourrissent également de moustiques. Les petits lézards marqués de couleurs variées, que l'on trouve à Cuba et dans l'isthme de Panama, sont continuellement occupés à dévorer des moustiques. Ils se livrent à cette chasse, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des habitations, et des mesures ont été prises pour les propager ou tout au moins les protéger autant que possible. Près de La Havane, ils sortent l'après-midi, se promenant sur les murs blanchis et ne manquant jamais un moustique qui ose se poser dans un rayon de 4 à 5 mètres. Ils patrouillent sur les murs, de 4 heures de l'après-midi jusqu'à la tombée de la nuit, et sont de nouveau à la chasse, le matin, lorsque les moustiques sortent des chambres.

Divers *oiseaux* font une guerre acharnée aux moustiques. Il en est ainsi notamment pour les hirondelles. Le fait est connu depuis longtemps. D'après Sambon (180), entre 1790 et 1812, la commune de Marsciano en Ombrie (Italie), demanda qu'un décret papal « inter-» dise de tuer, pour la nourriture, les hirondelles pendant la saison » des couvées, cette destruction entraînant l'insalubrité de la ré-» gion, ces oiseaux se nourrissant des petits insectes ailés, si incom-» modes et si pernicieux aux hommes et aux animaux. »

A Venise, il semble qu'aussi longtemps qu'il y a des hirondelles, on n'a pas à souffrir des moustiques, mais lorsque, à la fin de juillet, ces oiseaux émigrent, les insectes apparaissent en essaims.

(*) Dans le numéro de décembre 1920 du *Bull. of Entomol. Research*, de Londres, M. W. A. Lamborn a décrit les mœurs de mouches du genre *Lispa* qui, dans un pool près du lac Nyassa, attaquaient les moustiques fraîchement éclos, en les saisissant entre les pattes de devant et en plongeant leur trompe dans le thorax. Ces mouches attaquaient également les pupes.

Le fait que les *Lispa* font leur proie de larves de moustiques a déjà été signalé par M. J. Mitford Atkinson (*Jl Trop. Med.* XII, 1909) qui, à Hong-Kong, observa des *Lispa sinensis*, dévorant des larves presque aussi grandes qu'elles.

Dans l'isthme de Panama, les Night Jars (*) sont les plus intéressants des nombreux oiseaux qui se nourrissent des moustiques, pendant leur vol. A Gatun, ces oiseaux apparaissent invariablement dès le début du vol du soir des *Anopheles*, des mares aux habitations, et ils suivent également, le matin, le vol de retour. Ils disparaissent ensuite pour le restant de la journée.

Les *chauves-souris* détruisent également un grand nombre de moustiques, près des maisons. C'est ainsi que, dans la même zone de Panama, lorsque les habitations n'étaient pas encore protégées par des écrans de toile métallique, les chauves-souris les traversaient, de part en part. Depuis que les balcons ont été fermés, elles sont plus nombreuses entre 6 h. 30 et 7 heures du soir, c'est-à-dire au moment où les *Anopheles* s'assemblent sur les écrans. Elles sillonnent invariablement aussi les vallons abrités du vent et contenant des buissons, où les moustiques sont plus nombreux que sur les terrains adjacents plus élevés.

Les chauves-souris semblent être de très intéressants ennemis des moustiques, surtout utiles pour la destruction des *Anopheles* à mœurs nocturnes. Ces animaux devraient être efficacement protégés, et il y aurait même lieu, si possible, d'en favoriser la multiplication dans les contrées malariées. Une expérience très intéressante d'élevage des chauves-souris insectivores a été faite par M. le Dr Chas, A. R. Campbell, de San Antonio, Texas. M. Campbell (30) a établi, depuis 1911, des abris ou perchoirs à chauves-souris au bord du lac de San Miguel, servant de déversoir aux immondices de la ville de San Antonio (Texas), où les moustiques abondaient (**).

Chacun de ces perchoirs (voir fig. 62) a six mètres de hauteur, $3^{m}50$ de largeur à la base et $1^{m}80$ au sommet. Il est érigé sur quatre piliers à trois mètres du sol. Sa forme lui donne une grande résistance au vent et son éloignement du sol met ses habitants à l'abri de leurs plus grands ennemis, les petits mammifères carnassiers et des serpents. La disposition intérieure est absolument en rapport avec les mœurs des chauves-souris. La haute fenêtre à volets s'ouvrant sur un des côtés, sert à l'entrée et à la sortie.

Un an après son établissement, le premier abri hébergeait un tel nombre de chauves-souris, que celles-ci mettaient plusieurs heures à sortir, et les moustiques avaient fortement diminué dans la région. Il semble que les chauves-souris soient à l'abri des piqûres des moustiques, par suite de la conformation particulière de la couche de poils qui recouvre leur corps et de leur odeur spéciale. Elles parais-

(*) Les Night Jars appartiennent à la famille des *Caprimulgidae*. Ce sont des oiseaux de mœurs principalement nocturnes et leur plumage ressemble à celui du hibou. *Caprimulgus europaeus*, l'Engoulevent ordinaire, est assez commun en Belgique. Il existe plusieurs espèces africaines de Night Jars. Ceux de l'Amérique tropicale appartiennent à la sous-famille des *Nyctibiinae*.

(**) La région mexicaine bordant le golfe du Mexique et la mer des Caraïbes, depuis le territoire de Numitana Roo jusqu'au Tamaulipas, est spécialement infestée par la malaria. Une végétation luxuriante abrite des eaux stagnantes où se développent les moustiques.

Le paludisme sévit, du reste, dans tout le Mexique, sauf dans les régions élevées (Mexico et Agnas Calientes).

Le Texas souffre également de ce fléau, tout comme les Etats du Nord du Mexique.

sent également peu accessibles aux maladies. L'élevage de ces animaux pourrait donc être un bon moyen de détruire les moustiques adultes, en régions malariées, et de les convertir en excellent guano.

Une bonne quantité de cet engrais était, en effet, périodiquement récoltée dans le perchoir imaginé par M. Campbell (*) (**).

Dans le *Bulletin of the American Museum of Natural History*, de septembre 1917, a paru une étude très importante sur la collection de chauves-souris récoltée au Congo belge, par l'expédition Lang-Chapin, de l'American Museum, qui a effectué un séjour de six ans dans notre Colonie (***). La partie de ce travail consacrée à la distribution et à l'écologie des Chéiroptères de l'Afrique centrale est extrêmement intéressante (****). M. M. Herbert Lang et James P. Chapin (4) y signalent que des spécimens de 68 espèces de chauves-souris ont été récoltés par eux dans notre Colonie, dont la grande majorité (62), dans 12 localités de la région s'étendant au Nord-Est de Stanleyville, dans la direction d'Aba, sur une distance, à vol d'oiseau, de 450 milles. Sur les 68 formes récoltées, il y avait soixante espèces insectivores et huit frugivores. Vingt-quatre espèces de chauves-souris insectivores sont caractéristiques de la grande forêt. Trente- deux autres espèces ont été trouvées dans la brousse. Cinq espèces seulement ont une distribution plus étendue et habitent aussi bien la forêt que la contrée découverte, restant dans le voisinage de l'homme et vivant, soit dans les plantations indigènes *(Pipistrellus nanus, Myotis bocagii)*, soit dans les habitations et aux environs de celles-ci *(Taphozous mauritianus, Nycteris hispida. Hipposideros caffer)*.

Les chauves-souris insectivores ne sont pas, comme les frugivores, de mœurs vagabondes. Comme les insectes qui leur servent de nourriture sont abondants partout, la seule condition nécessaire pour l'établissement de leurs colonies est un bon endroit de repos, où elles s'abritent, pendant le jour. On les rencontre donc surtout en abondance, là où elles ont à leur disposition des cavernes, crevasses ou gros arbres creux. Les quelques espèces de la famille des *Vesper-*

(*) M. Campbell a analysé microscopiquement les déjections (guano) des chauves-souris habitant le perchoir. Après avoir fait dissoudre le mucus qui agglutinait la masse, il constata que le résidu contenait principalement de petites pièces du squelette des moustiques: trompe, tête, yeux, thorax, abdomen, pattes, ailes et écailles (voir fig. 63). L'exosquelette chitineux de l'insecte n'est pas digestible et passe, en totalité, dans les déjections. Par contre, toutes les substances molles sont digérées. M. Campbell estime que la ration journalière d'une chauve-souris est de 500 moustiques, au moins.

(**) M. L. O. Howard (95) vient de publier, dans le n° 51 des *Public Health Reports* des Etats-Unis, (30 juillet 1920), son appréciation sur la valeur des chauves-souris comme destructrices de moustiques et l'efficacité des perchoirs recommandés par M. le Dr. Chas, A. R. Campbell.

L'éminent entomologiste apporte des preuves que les moustiques ne constituent pas une part importante du régime alimentaire des chauves-souris, qu'il n'y a que quelques rares espèces de chauves-souris qui vivent en bandes et qu'aucune diminution du nombre des moustiques ou des cas de malaria n'a été constatée, là où ces animaux volent en abondance.

Finalement, M. Howard conclut que l'utilité des perchoirs à chauves-souris n'est pas suffisamment démontrée,pour justifier la dépense qu'entraînerait leur installation.

(***) *The American Museum Congo Expedition Collection of Bats*, by J. A. Allen, Herbert Lang and James P. Chapin. — Bulletin of the American Museum of Natural History, Vol. XXXVII, Art. XVIII, pp. 405-563, New-York, 29 sept. 1917.

(****) *Notes on the Distribution and Ecology of central african Chiroptera*, by Herbert Lang and James P. Chapin, Pt, II. p. 479-496

tilionidae qui se réunissent en grandes bandes, envahissent volontiers les maisons et autres constructions, leur offrant les mêmes avantages que leurs gîtes naturels.

Comme les chauves-souris ne chassent que durant le crépuscule ou la nuit, il n'y a que les insectes volant à ces moments-là qui puissent devenir leur proie. Il en est ainsi notamment pour les moustiques *Anopheles*. Toutefois, la nourriture de chaque espèce de chauve-souris est, sans nul doute, constituée par une grande variété d'insectes et diffère d'après les saisons.

Les indigènes du Congo belge mangent volontiers les chauves-souris. Les petites espèces insectivores habitant les arbres creux, les crevasses ou les cavernes, sont aussi recherchées que les grandes espèces frugivores. Le fait est regrettable. Les chauves-souris frugivores sont plutôt nuisibles et il n'est pas mauvais que les nègres s'en fassent une ressource alimentaire. Mais il n'en est pas de même pour les chauves-souris insectivores, qui sont éminemment utiles, surtout dans les régions infestées par les moustiques de la malaria. Il serait nécessaire de protéger efficacement, tout au moins ceux de ces utiles auxiliaires qui vivent dans le voisinage des habitations, et de prévenir ainsi une destruction irrémédiable.

Un autre ennemi acharné des chauves-souris congolaises est le rapace *Machoerhamphus Anderssoni*. Ce faucon existe dans toute l'Afrique centrale. Il semble qu'il dévore sa proie en plein vol.

* * *

Les quelques renseignements que nous venons de donner suffisent pour montrer que les ennemis des moustiques adultes sont très divers et qu'il est très utile de prendre des mesures pour les protéger. Nous n'avons malheureusement rencontré dans les ouvrages parus à ce jour aucun autre renseignement sur les animaux qui font leur proie des moustiques adultes, au Congo belge. Il n'y a pas de doute cependant, qu'ils soient très nombreux et appartiennent à des groupements très différents : insectes prédateurs (névroptères, hyménoptères, coléoptères) ; arachnides ; reptiles et batraciens (lézards, grenouilles, etc.) ; oiseaux insectivores ; mammifères insectivores et chauves-souris. Il serait très intéressant que des recherches scientifiques sérieuses soient faites à ce sujet. Elles pourraient servir de base à l'élaboration de mesures efficaces de protection de ces animaux. Pour la détermination de la nature de l'alimentation des insectes et arachnides, l'observation en plein air ou l'élevage au laboratoire sont les seuls procédés efficaces ; mais, lorsqu'il s'agit d'animaux vertébrés (reptiles, oiseaux, mammifères), l'examen microscopique du contenu de l'estomac et des déjections facilitera grandement les recherches.

D. — MOYENS DE DESTRUCTION DES LARVES ET PUPES DE MOUSTIQUES.

Empêcher les moustiques de se multiplier, en les détruisant aux stades larvaires (larves et pupes) dans leur milieu naturel de développement, l'eau, constitue, sans nul doute, le moyen le plus efficace

de lutte contre ces insectes et le seul qui permette d'extirper rapidement la malaria des régions contaminées.

Dans l'étude de la destruction des larves de moustiques, il y aura lieu d'envisager d'abord la localisation de leurs lieux de développement : artificiels ou naturels. Ceux-ci connus, on aura recours, suivant les circonstances, à diverses mesures d'élimination des larves qui sont : la suppression des petites agglomérations d'eau, le drainage des grandes, le nettoyage des berges, l'épandage des huiles minérales, l'emploi des larvicides, la protection et l'introduction des ennemis naturels, etc.

* * *

Nous avons déjà vu que les lieux de développement des larves de moustiques sont très variés. Nous savons également que les larves des moustiques à mœurs domestiques : *Culex*, *Stegomyia*, se développent surtout dans les quantités d'eau, parfois fort minimes, séjournant dans les récipients artificiels les plus divers, tandis que les larves d'*Anopheles*, propagateurs de la malaria, choisissent plutôt comme milieu de développement les agglomérations naturelles d'eau : mares et marais, bords des rivières et des étangs, flaques d'eau de pluie, etc.

Au Congo, il faut détruire tous les moustiques et, par conséquent, il faut supprimer tous les réservoirs de développement des larves, qu'ils soient naturels ou artificiels. La localisation de ces réservoirs n'est pas toujours chose facile ; elle demande une inspection minutieuse et systématique des lieux contaminés et de leurs environs. Entrons dans quelques détails à ce sujet, en commençant par les réservoirs artificiels.

RECHERCHE ET TRAITEMENT DES RÉSERVOIRS ARTIFICIELS.

Par réservoirs artificiels, nous entendons toutes les petites quantités d'eau se trouvant dans des récipients divers, à l'intérieur des habitations ou dans le voisinage immédiat de celles-ci.

Ces réservoirs artificiels sont souvent si bien cachés, qu'on ne les trouve qu'après des recherches soigneuses et méthodiques. C'est, par exemple, un tonneau qu'on croyait vide, une vieille boîte à sardines ou à conserves, des débris de verre ou de bouteilles jetés aux ordures, qui retiennent de petites quantités d'eau, etc., etc. Au fur et à mesure de leur découverte, tous ces récipients devront être traités d'une manière appropriée, en vue de supprimer les larves ou d'empêcher tout au moins qu'elles ne continuent à se développer. Certains seront, soit détruits ou enterrés, soit vidés, retournés ou nettoyés. Dans d'autres, qui ne peuvent être ainsi traités, l'eau sera régulièrement renouvelée, ou bien les larves seront tuées, en versant à la surface un produit larvicide, tel qu'une mince couche de pétrole. Enfin, on pourra avoir recours à l'emploi de couvercles en toile métallique ou à l'introduction de poissons et autres animaux aquatiques qui se nourrissent des larves et pupes de moustiques.

Dans toutes les régions où une lutte efficace contre le *Stegomyia fasciata*, ou moustique de la fièvre jaune, a été entreprise (Cuba, Panama, Afrique occidentale), il a toujours été procédé, en tout premier lieu, à l'organisation d'un corps médical et sanitaire, qui avait pour objectif principal de rechercher et de supprimer tous les réservoirs artificiels servant de lieux de développement aux larves. D'après Sir Rubert Boyce (25), un corps de ce genre, opérant dans certaines villes de l'Afrique occidentale anglaise (Sierra-Leone, Côte d'Or, Lagos), après l'apparition d'une épidémie de fièvre jaune, en 1910, a adopté les mesures suivantes :

Enlèvement et destruction de tous les petits récipients (boîtes, bouteilles, calebasses, etc.), susceptibles de retenir accidentellement de l'eau ;

Suppression des broussailles dans les cours et terrains vagues, ainsi qu'au voisinage des villes et villages ;

Adoption dans toutes les villes, de jours réguliers de nettoyage, les habitants étant forcés, à ces jours, de se débarrasser de tous les débris dans lesquels l'eau pourrait s'accumuler ;

Institution de conférences populaires, d'instructions aux enfants des écoles, de conseils aux habitants, donnés par voie d'affiches apposées sur toutes les places publiques ; coopération des services publics, des ministres du culte, etc.

A la suite de ces premières mesures, venaient évidemment la suppression ou le pétrolage des plus grandes agglomérations d'eau stagnante, le comblement ou le drainage des terrains marécageux, etc.

Il a été constaté partout, en Amérique tropicale et subtropicale, et dans d'autres colonies à climat chaud, que l'établissement dans les villes d'un système de canalisation et de distribution d'eau potable, est un excellent moyen de combattre les fièvres et d'autres maladies. On supprime ainsi, en tout cas, une foule de lieux de développement des moustiques : tonneaux d'eau, citernes, puits, etc. Une autre mesure hygiénique importante consiste à établir, dans les villes, un système pratique de drainage des eaux d'égout.

Ce sont là, toutefois, des moyens qui ne peuvent encore être appliqués actuellement que dans les localités importantes des colonies tropicales. Presque partout, la lutte contre la propagation des moustiques dans les habitations et aux environs de celles-ci devra se borner à l'élimination des réservoirs artificiels. Voici quelques indications pratiques à ce sujet :

Là où les tonneaux et citernes pour la conservation de l'eau de pluie sont nécessaires, ils devront soigneusement être pourvus de couvercles ou d'écrans de toile métallique, empêchant les moustiques de venir pondre à la surface (voir p. 100). Autant que possible, dans les localités de quelqu'importance, on adoptera, pour ces récipients couverts, un modèle uniforme, recommandé ou fourni par la municipalité.

L'eau qui s'accumule sous les réservoirs à eau devra être régulièrement enlevée. Les puits seront comblés, car ils constituent une grande source de danger. S'ils sont absolument indispensables, ils devront, en tout cas, être couverts de toile métallique, ou recevoir régulièrement une application de pétrole.

Les gouttières des toitures de toutes les habitations et dépendances devront être soigneusement inspectées, afin de vérifier si elles ne sont pas obstruées, permettant ainsi à l'eau de pluie de s'accumuler et de constituer un excellent milieu de développement des larves. Des accidents de ce genre sont surtout fréquents, là où les branches de grands arbres surplombent les toitures et où les feuilles et brindilles s'accumulent et pourrissent dans les gouttières. Un bon nettoyage suffira pour remettre les choses en ordre.

A l'intérieur des maisons, les moustiques se multiplient en des endroits très divers. Si l'on ne change pas fréquemment l'eau des vases à fleurs, des cruches, aiguières, pots d'eau potable, etc., on peut y trouver des larves. Celles-ci se rencontrent également dans les réservoirs des W.-C. et sous les lavabos, ainsi que, par temps sec, dans les conduites d'égout où l'eau reste stationnaire, faute d'un lavage par les pluies.

Les réservoirs à eau placés directement sous les toits et destinés à alimenter les salles de bain, devront être soigneusement pourvus d'écrans de toile métallique. Là où les fourmis sont très désagréables, il est d'usage d'isoler les tables en en plaçant les pieds dans de petites coupes remplies d'eau (antiformicas), qui constituent, en fait, un bon milieu de développement pour les larves. Dans ce cas, il faudra soit renouveler régulièrement l'eau de ces coupes, soit en recouvrir la surface d'une légère couche de pétrole.

Dans la zone du Canal de Panama, les magnifiques jardins de l'hôpital d'Ancon avaient été convertis en un lieu de développement idéal pour les larves de moustiques, en plaçant des baquets peu profonds, remplis d'eau, autour de tous les arbres et arbustes, pour les protéger contre les attaques des fourmis. L'épandage régulier d'un peu de pétrole, arrêta net la propagation des moustiques.

Dans les fermes, il faudra éviter avec grand soin de laisser de l'eau séjourner pendant plus d'un ou deux jours dans les auges, baquets et autres récipients servant aux chevaux, au bétail ou aux porcs, ainsi que dans les abreuvoirs des poulaillers et les baquets des chiens de garde.

Les puisards et fosses d'aisance sont d'habitude recouverts de pierres et de ciment, mais il ne faut pas perdre de vue que la plus légère fissure dans ce ciment permet l'entrée des moustiques et qu'il en résulte souvent une multiplication illimitée des larves. Un traitement au pétrole pourra donc être nécessaire.

Dans les hangars à marchandises et les docks, les moustiques se développent abondamment dans les seaux à incendie et les tonneaux a eau, si ceux-ci ne sont pas régulièrement vérifiés, vidés et nettoyés.

Dans les ateliers de réparation et autres, l'eau se trouvant, par

exemple, dans les baquets des meules à repasser, ne devra pas y être laissée plus d'un jour ou deux, sans être renouvelée.

L'eau accumulée dans les urnes funéraires et les creux des monuments dans les cimetières et l'eau des bénitiers des églises, constituent également, pour les larves, des milieux de développement qu'il faudra surveiller.

Les boîtes à conserves vides de toutes espèces, les tessons de bouteilles, les débris de verre ou d'autres ustensiles de ménage, les boîtes et récipients de bois ou de métal, les coquilles vides, les coques de noix de coco, calebasses, etc., etc., jetés comme détritus, forment, lorsqu'ils sont partiellement remplis d'eau par les pluies, d'excellents réservoirs pour la multiplication des moustiques. Il suffit, pour cela, d'une très faible quantité de liquide ; ainsi une bouteille à bière, à moitié remplie d'eau, peut servir de milieu de développement à plusieurs milliers de larves.

Fig. 71. — Enlevez soigneusement des cours et du voisinage des habitations, les vieilles boîtes à conserves vides, tessons de bouteilles et autres objets dans lesquels les larves de moustiques peuvent se développer. — Abritez également par de la toile métallique, le dessus des tonneaux à eau. (Cliché de la South african anti-malarial Association.)

Il faudra donc inspecter soigneusement et méthodiquement tous les terrains vagues aux alentours des maisons, villages indigènes ou villes européennes, et les tas d'ordures et de décombres, où ces objets se trouvent souvent en grande abondance. Si nécessaire, on y pratiquera des débroussements, pour rechercher ceux qui sont dissimulés sous les buissons et les mauvaises herbes. Tous les débris ainsi trouvés et susceptibles de servir de réservoirs seront, soit détruits ou enlevés, soit enterrés ou retournés.

Les murs servant de clôture sont souvent garnis, à leur faîte, comme défense contre les maraudeurs, de morceaux de verre brisé, tessons de bouteilles, etc., qui peuvent constituer, après les pluies, de petits réservoirs pour les larves de moustiques. Il en est de même pour les bouteilles renversées, servant, dans certains jardins, de bordures aux chemins et aux plates-bandes à fleurs. Dans les potagers à sol argileux, tous les creux permettant à l'eau de séjourner, devront être soigneusement comblés et nivelés. Dans les terrains légèrement marécageux, les empreintes laissées par les sabots des chevaux et bestiaux et remplies d'eau, constituent un des endroits favoris de développement des larves de moustiques.

Les fontaines, bassins et étangs ornementaux dans les parcs et jardins, forment souvent aussi, un milieu de multiplication des larves. Il suffit, d'habitude, pour éliminer ces dernières, d'y introduire des poissons. Fréquemment, cependant, les larves peuvent

échapper à ceux-ci, en cherchant refuge dans la végétation qui croît le long des bords.

Dans de tels étangs, on trouve souvent des plantes aquatiques à larges feuilles (*Nymphea*, etc.). Lorsque ces feuilles reposent à plat sur la surface de l'eau, il arrive que l'une d'elle, partiellement submergée, forme un excellent petit bassin naturel, où les larves de moustiques peuvent vivre et se développer, à l'abri des poissons. C'est pourquoi il est nécessaire, pour empêcher le développement des moustiques dans les pièces d'eau ornementales, d'en tenir les bords propres, libres de végétation, et de ne pas y placer de plantes aquatiques à larges feuilles flottantes.

Enfin, dans les villes, les fontaines publiques, les abreuvoirs des chevaux, les réservoirs, devront être régulièrement inspectés, de même que les rigoles des fossés, car ceux-ci peuvent facilement permettre le développement de diverses espèces de moustiques, y compris les *Anopheles* de la malaria.

Il paraît peu probable que les moustiques puissent se développer dans les conduites d'égout, mais ils se multiplient, en tout cas, dans l'eau qui séjourne au fond des bouches d'égout. Celles-ci sont très souvent placées dans les arrière-cours ou au croisement des rues. Leur eau n'est renouvelée que par les pluies, ou lors du nettoyage des surfaces pavées. En saison sèche, la période de stagnation peut durer plusieurs semaines, et, en tout cas, assez longtemps pour permettre aux moustiques de parcourir leurs stades larvaires. En fait, ces bouches d'égout peuvent, par temps chaud, produire des millions de moustiques. On les traitera à l'aide du pétrole ou en les purgeant à grande eau, une fois par semaine, chassant ainsi dans les égouts les larves nouvellement écloses.

Enfin, alors que toutes les précautions ont été prises, il est encore possible que certaines petites accumulations d'eau situées dans le voisinage des habitations, passent inaperçues ou soient inaccessibles. Il est à conseiller, dans ces cas, en vue d'empêcher les moustiques femelles de les choisir comme lieu de ponte, de préparer des réservoirs-pièges. Des pots de terre ou des entre-nœuds de bambou, remplis d'eau et placés en des endroits ombragés, conviendront pour cet usage. On les videra aussitôt que sera constatée la présence de jeunes larves.

RECHERCHE ET TRAITEMENT DES RÉSERVOIRS NATURELS

La recherche et le traitement des réservoirs naturels ont spécialement pour but de supprimer les larves des *Anopheles* propagateurs de la malaria. Nous savons déjà que ces larves se développent, de préférence, dans les accumulations naturelles d'eau, soit permanentes, soit temporaires, se trouvant dans le voisinage des lieux habités ou à une distance qui ne dépasse pas la portée du vol des femelles adultes.

Les lieux d'évolution des *Anopheles* varient évidemment d'après les conditions locales (nature du sol, humidité ou sécheresse, etc.), ainsi que d'après l'espèce et d'après la saison. Voici certains des plus fréquentés :

LIEUX DE DÉVELOPPEMENT DES LARVES DE MOUSTIQUES.

Fig. 72. — Dans une ville des pays chauds. — L'eau qui séjourne dans les rigoles, contient de nombreuses larves de moustiques, souvent des larves d'*Anopheles*. (Cliché W.-B. Herms.)

Fig. 73. — Au Katanga. — Un canal dans la vallée de la Lubumbashi. — Excellent milieu de développement pour les larves d'*Anopheles*. Aussi ces moustiques y abondaient avant l'assainissement. (Cliché Leplae.)

Fig. 74. — Un gîte favori des *Anopheles*. — Ruisseau de montagne à Hong Kong (Chine). — Lieu de développement de la larve d'*Anopheles maculatus*. (D'après Clark.)

Fig. 75. — Dans la zone du canal de Panama. — La nature très marécageuse du terrain par temps de pluie, est bien montrée par la photographie. — Dans ces mares temporaires, les larves d'*Anopheles* sont abondantes. (Cliché M. Watson.)

LIEUX DE DEVELOPPEMENT DES LARVES DE MOUSTIQUES.

Fig. 76. — Sur le Moyen-Congo. — Une rive malsaine, infestée par les moustiques et les tsétsés. (Cliché Leplae.)

Fig. 77. — Autre rive malsaine (malaria, maladie du sommeil). Vue prise sur le chenal, à Kunzulu. — De l'eau séjourne souvent au fond des pirogues des indigènes et dans cette eau, les larves de moustiques se développent. (Cliché Leplae.)

EFFETS DU DÉBROUSSEMENT SUR LES RIVES

Fig. 78. — Sur le Congo. -- Ancienne station agricole de Lukolela. — Rive non déboisée, avec moustiques et tsétsés. (Cliché Leplae.)

Fig. 79. — Le débarcadère de Kwamouth. — Bel exemple d'une rive assainie, où les moustiques ne peuvent se propager. — En face, faute d'assainissement, la mission de Berge-Ste-Marie a été autrefois décimée par la trypanosomiase (Cliché Leplae.)

1. — *Les mares et marais, bords des étangs, lacs et lagunes.* — En général, les larves d'*Anopheles* se développent dans les eaux tranquilles, là où elles trouvent une protection naturelle dans la végétation aquatique et les accumulations flottantes de feuilles mortes, débris et brindilles (voir fig. 22). Une eau ayant plus de 50 cm. de profondeur et sans protection naturelle, ne convient pas à ces larves.

Fig. 80. — Mare dans laquelle se développent les larves des moustiques de la malaria. — Recherchez-y ces larves et, si vous en trouvez, comblez, drainez, ou bien recouvrez toutes les semaines la surface de l'eau, d'une mince couche de pétrole. (Cliché de la South african anti-malarial Association.)

Dans l'eau claire, telle que celle des réservoirs à bords propres et escarpés, des débris plus ou moins divisés se réunissent et ces amas flottants sont poussés par les vents, d'une extrémité à l'autre de la pièce d'eau. Des larves sont fréquemment présentes dans ces amas, où elles paraissent être à l'abri des petits poissons.

L'évolution des *Anopheles*, dans les pièces d'eau d'une certaine étendue, est contrariée par l'action des petites vagues, et là où la direction du vent est uniforme et continue, la partie de la rive où les vagues déferlent est exempte de larves, sauf toutefois s'il y a de petites anses à eau plus calme.

2. — *Les terrains marécageux ou inondés, permanents ou temporaires.* — Les inondations provoquées par les pluies tropicales ou par les crues des fleuves et rivières, sont de bons milieux de développement des larves d'*Anopheles*. Sous les climats chauds et humides, la culture du riz de marais favorise malheureusement aussi la multiplication de ces insectes. Les rizières demandent, en effet, une inondation annuelle, et l'eau y reste pratiquement stagnante, pendant plusieurs mois. Il en résulte que, dans beaucoup de contrées, le développement de la malaria peut être parallèle à celui de la culture du riz (*). Les remèdes à cette situation sont l'élimination de tous les

(*) D'après M. S. B. Freeborn (70), il a été démontré qu'aux Philippines, les régions rizicoles sont remarquablement indemnes de malaria. La raison en est, que le moustique qui transmet le plus intensivement le germe : *Anopheles minimus (febrifer)*, se développe surtout dans les eaux courantes et que ces réservoirs de propagation sont éliminés par l'introduction de la culture du riz. Par contre, le moustique dont la larve vit surtout dans l'eau des rizières : *A. rossi*, transmet peu la malaria.

D'autre part, il est connu, dit encore M. Freeborn, qu'une culture intensive du riz de marais, donne relativement peu de moustiques, tandis que des rizières éparpillées, à croissance irrégulières, entraînent la production de beaucoup d'*Anopheles*.

Suivant M. J. Legendre (114), les rizières en culture près d'Antananarivo (Madagascar), constituent le lieu d'évolution favori des *Anopheles*. En octobre, après la plantation du riz, on trouve les larves dans les champs en terrasses arrosés par les cours d'eau et dans les plaines irriguées par des canaux. Les rizières non cultivées, où poussent les graminées sauvages ne sont jamais infestées avant la fin de février ou le mois de mars, époque où les *Anopheles* sont devenus si abondants qu'ils se répandent partout. Les endroits choisis pour la multiplication sont, par ordre de préférence : les rizières, les cressonnières, les champs d'ignames *(Colocasia esculenta)*, les marais et les jardins maraîchers.

réservoirs de développement autres que les rizières, avant, pendant et après l'inondation de celles-ci, la protection efficace des habitations, à l'aide d'écrans de toile métallique et l'emploi préventif de la quinine.

Les mares, marais et flaques d'eau servant de lieux de multiplication aux larves d'*Anopheles*, abondent au Congo. Nous en reproduisons une vue, fig. 25.

Au Katanga, par exemple, le dembo de la ferme Marie-José (fig. 90), le canal de l'Union minière (fig. 73), les sources marécageuses de la Tsinsenda (fig. 89), constituaient, avant leur assainissement par drainage, de vrais coins à moustiques, fort dangereux pour la propagation des fièvres.

3. — *Les cours d'eau et rivières.* — Les cours d'eau, larges ou étroits, quoique parfois à sec pendant plusieurs mois de l'année, deviennent souvent d'importants milieux de propagation. En général, durant la saison humide, on y trouve les larves le long des rives, en des endroits tranquilles, abrités par les roseaux, plantes aquatiques ou par les amas de débris accumulés. Il semble que l'instinct fasse choisir aux *Anopheles*, pour déposer leurs œufs, les places les mieux protégées et les mieux pourvues de nourriture pour les larves. Les petites mares latérales, les petits bassins naturels formés par les creux des rochers (voir fig. 24 et 74), ainsi que les endroits des cours d'eau où la profondeur et la tranquillité permettent le développement rapide des algues vertes qui retardent le courant, sont également favorables.

Les grandes rivières à berges escarpées ne conviennent pas aux *Anopheles*. Lors des crues, toutefois, des inondations peuvent se produire, et de même des débris végétaux divers peuvent s'accumuler par endroits et former des mares d'eau tranquille, hors de l'atteinte des petits poissons et où les larves se développent.

Les conditions des rivières sont plus favorables en saison sèche (*), car alors leur cours est plus lent, et elles constituent le seul milieu de propagation à la disposition des *Anopheles*, toutes les autres agglomérations d'eau étant desséchées. A cette époque, les larves y sont donc souvent très abondantes.

4. — *Les flaques temporaires d'eau de pluie, les empreintes des sabots des bestiaux et les ornières des routes.* — En terrains argileux, les flaques d'eau qui restent subsister quelque temps après les pluies, de même que les empreintes des sabots des chevaux et bestiaux, en terrains mous ou détrempés, fournissent d'excellents milieux de propagation aux larves d'*Anopheles*. Ces dernières dépressions peuvent contenir de l'eau pendant toute la saison humide, et en recevoir également par les ondées, en saison sèche ; elles sont difficiles à localiser et à traiter, cachées qu'elles sont par les herbes. De même, les

(*) Au cours de sa mission dans le Nord du Congo, M. le Dr. Rhodain a noté qu'à Dungu et Bambili, sur l'Uélé, les moustiques étaient plus abondants, en saison sèche qu'en saison des pluies.

Ceci s'explique par le fait que, lors de la baisse des eaux, il se produit, entre les rochers du fleuve, des mares dans lesquelles les larves de moustiques se développent. Lors de la crue des eaux, ces réservoirs disparaissent et le nombre de moustiques diminue d'une façon marquée.

ornières des routes peu fréquentées, forment de bons réservoirs à larves d'*Anopheles* et de *Culex*.

5. — *Les eaux souterraines et les eaux des puits artésiens.* — Les endroits où les eaux souterraines sourdent à la surface du sol servent également de lieux de multiplication aux larves d'*Anopheles*. C'est ainsi qu'on rencontre souvent, au Congo et ailleurs, sur les flancs et près du sommet des collines enherbées, de petites mares ou des filets d'eau courante, contenant des larves de moustiques. Ces réservoirs sont formés par de l'eau souterraine qui coule sur une couche de terrain imperméable et sort à l'air libre, aux endroits où cette couche affleure ou tout au moins se rapproche de la surface du sol.

De même, dans les régions sèches, les puits artésiens, forés en vue de fournir l'eau nécessaire aux irrigations agricoles, facilitent la propagation des moustiques. Le débit de ces puits est, en effet, souvent supérieur à la consommation, et il se forme des mares d'eau stagnante, dans lesquelles les larves se développent.

6. — *Les rigoles, fossés, drains et autres excavations faites par l'homme.* — Lorsqu'ils ne sont pas convenablement entretenus, les fossés de drainage ou autres sont également des endroits très favorables à la propagation des moustiques. La végétation qui les encombre souvent, ralentit ou arrête l'écoulement de l'eau et les *Anopheles* femelles viennent pondre en ces endroits tranquilles. Il en est de même pour les canaux d'irrigation et les fossés et rigoles longeant les routes et les voies ferrées (voir fig. 75).

Les travaux de terrassement abandonnés, où s'accumulent les eaux météoriques, ainsi que les excavations faites accidentellement par l'homme et qu'il néglige de combler ou de niveler, peuvent également servir de réservoirs aux *Anopheles*. Enfin, à Cuba et Panama, on a constaté que les larves de ces moustiques se développent également dans les eaux polluées, à quelque distance de leur sortie des égouts.

Exceptionnellement, on pourra encore rencontrer des larves d'*Anopheles* dans des réservoirs artificiels, qui, ordinairement, n'hébergent que des larves de *Culex*. Tels sont les tonneaux et citernes d'eau de pluie, les abreuvoirs, les pirogues échouées, etc. De même des larves d'*Anopheles* ont été trouvées dans les petites accumulations d'eau retenues par certaines plantes (cavités d'arbres, base de feuilles, racines superficielles, etc.) (*).

Une fois localisés, tous les réservoirs naturels que nous venons de passer en revue devront être traités différemment, suivant leur nature

(*) Les larves de l'*Anopheles(Pyretophorus) costalis* Loew, vivent d'habitude dans les eaux marécageuses et dans les flaques le long des routes, spécialement lorsque ces dernières sont salies par les excréments des hommes et des animaux Suivant Graham, à Lagos (Nigérie), elles se développent régulièrement dans les tonneaux et autres récipients se trouvant dans les habitations indigènes. On sait que l'*Anopheles costalis* Loew est une des espèces de moustiques les plus répandues dans notre colonie et qu'elle y transmet la malaria.

Les larves d'une autre espèce malariale d'*Anopheles*, très commune en Afrique, surtout en Afrique occidentale : *Anopheles (Myzomyia) funestus* Giles, préfèrent presque toujours comme milieu de développement l'eau claire. On ne les rencontre jamais dans les eaux sales ou marécageuses.

et les circonstances qui les ont créés. Les petites dépressions seront soigneusement comblées. Là où les agglomérations d'eau sont occasionnées par un arrêt dans l'écoulement, l'obstacle sera supprimé par curage et nettoyage des fossés, rigoles ou drains. Les parties marécageuses seront drainées ou comblées, ou si cette opération est impossible, on aura recours au pétrole ou à un autre larvicide. Les berges des rivières, étangs et lacs seront débroussées et nettoyées. L'introduction de poissons ou autres animaux faisant leur proie des larves, pourra également être essayée.

Nous allons examiner en détail les différents procédés d'élimination des réservoirs à larves d'*Anopheles*, mais auparavant, il nous faut dire un mot de la façon dont on peut déterminer la présence de ces larves dans une masse d'eau.

Détermination de la présence des larves d'Anopheles dans une masse d'eau.

Comme nous l'avons vu, on trouve d'habitude les larves d'*Anopheles* dans des eaux relativement tranquilles, parmi les plantes aquatiques et les amas de débris végétaux. Ces larves, si elles ne sont ni troublées ni inquiétées, peuvent être vues au repos, sous la surface de l'eau, mais souvent elles plongent et se cachent, avant que l'observateur ne soit assez près pour les apercevoir. Il est rare de les rencontrer là où la protection végétale naturelle fait défaut. Avec un peu de pratique, l'œil s'exerce et découvre facilement les parties d'une pièce d'eau qui contiennent des larves. Il est à conseiller d'employer, pour pêcher celles-ci, un petit puisoir ou une louche en émail blanc. Lorsque les larves sont cachées parmi la végétation, la louche sera vivement poussée contre les tiges d'herbes ou de plantes, et l'eau y entrant, entraînera les larves (*).

La présence des larves peut également être décelée par l'application d'un larvicide, notamment de celui en usage à Panama et dont il sera question plus loin. Cette substance se répand promptement dans l'eau, et les larves, dans leurs efforts pour échapper à son action, remontent à la surface.

Dans les accumulations d'eau ayant moins de 30 centimètres de profondeur, on peut encore obtenir d'assez bons résultats, en remuant la vase du fond, ce qui, généralement, force les larves à remonter. Lorsque, dans des mares peu profondes, on doit examiner rapidement un grand nombre d'endroits, l'inspection sera faite en se promenant dans l'eau et en remuant, aux points suspects, la vase avec le pied. S'il y a de la végétation ou des débris, il faudra les écarter, car une surface claire est indispensable pour un examen consciencieux.

S'il s'agit de dépressions où l'eau a presque disparu et où il ne reste plus que de la vase molle, des échantillons de cette dernière seront lavés à l'eau claire, afin de déterminer la présence des larves.

(*) D'après M. W. M. Aders (1), (mai 1917), divers pièges ont été utilisés à Zanzibar, pour récolter des larves de moustiques. Le piège à *Anopheles* était formé d'un récipient plat, rempli d'eau de pluie et d'algues, avec une fine couche de terre garnissant le fond. Le piège à *Culex* consistait en un tonneau, rempli d'une eau riche en matières végétales en décomposition et en matières organiques. Le piège à *Stegomyia* était semblable, mais rempli d'eau de pluie propre.

L'inspecteur devra se promener le long des cours d'eau, ainsi qu'au bord des fossés et étangs, et examiner soigneusement tous les endroits qui paraissent favorables au développement des larves d'*Anopheles*, y compris les débris végétaux flottant à la surface des eaux profondes. Dans les mares et lagunes encombrées de hautes herbes, l'examen devra se faire en bateau. Si l'inspecteur ne dispose d'aucune embarcation, il devra entrer dans l'eau et visiter, un à un, tous les endroits suspects. A cette fin, le personnel du service sanitaire de la zone de Panama était équipé de la façon suivante : costume en kaki, gros souliers de cuir et guêtres de cuir de porc.

Dans la recherche des lieux de développement des larves d'*Anopheles*, il ne faut pas perdre de vue que les parties peuplées de larves d'une pièce d'eau relativement étendue, peuvent être très restreintes et varier d'après les saisons.

Comblement des dépressions.

Lorsqu'on entame la lutte contre la malaria, près d'une agglomération européenne ou indigène, la première mesure à prendre, consiste à combler toutes les petites dépressions pouvant contenir l'eau des pluies, y compris les empreintes des sabots des bestiaux, les ornières, les flaques, les petites mares qui ne peuvent être convenablement drainées et les terrains qui ne s'assèchent pas promptement après les ondées.

Il est évidemment inutile de combler des dépressions qui absorbent l'eau d'une façon suffisamment rapide, pour être complètement à sec, avant qu'une génération de larves puisse normalement accomplir son évolution aquatique.

Comme matériaux de remplissage, on utilisera de préférence des terres ou autres matières ayant une perméabilité suffisante pour laisser passer facilement l'eau de surface. On évitera évidemment les argiles et terres glaises compactes. Dans la zone du canal de Panama, on s'est servi, pour le comblement en grand d'excavations, des produits du dragage. Ceux-ci, réduits à l'état de liquide boueux contenant de 10 à 20 pour cent de matières solides, étaient envoyés sous pression, à de grandes distances, par l'intermédiaire de tuyaux ou pipe-lines. Les couches successives de boue hydraulique se crevassaient en se desséchant et des précautions spéciales durent être prises pour que ces fissures ne servent pas de réservoirs aux larves d'*Anopheles*. Environ la moitié de la superficie sur laquelle la ville de Colon a été bâtie, fut comblée par ce procédé hydraulique, et il en est de même pour une grande partie des terrains sur lesquels la nouvelle cité de Balboa a été construite.

Au Congo, à Boma, des dépressions marécageuses ont été comblées par les boues sableuses draguées dans le fleuve au moyen de suceuses. Lorsqu'on emploie les sables comme matériaux de remplissage, il est à recommander d'enlever, si possible, au préalable, la terre arable, pour la répandre à nouveau sur la surface de la dépression, lorsque celle-ci est comblée.

Drainage des parties marécageuses.

Sans nul doute, un drainage convenablement effectué, constitue la meilleure méthode de destruction des larves et d'élimination de la malaria. C'est donc une mesure grosse de conséquences, au point de vue hygiénique, et elle l'est aussi au point de vue économique et agricole. La valeur des terrains marécageux, rendus par le drainage propres à la culture ou à la bâtisse, est trop connue pour que nous devions insister sur ce point. Aux Etats-Unis, des travaux de ce genre ont été accomplis, avec beaucoup de succès, dans diverses régions, notamment dans les Etats de New-Jersey et de Californie. Par un système pratique d'écoulement des eaux des marais, le nombre des moustiques a été fortement réduit, les régions ont été rendues saines et habitables et la valeur des propriétés a subi une hausse considérable.

Pour drainer un marais servant de lieu de développement aux larves de moustiques, on établira un système de fossés, destiné à permettre l'écoulement des eaux stagnantes. Des rigoles, de section plus petite, s'embrancheront au canal principal. Il faudra prendre soin d'établir des fossés aussi droits que possible, d'en consolider les bords et de les tenir bien propres, c'est-à-dire exempts de mauvaises herbes et de tout corps pouvant occasionner une obstruction. Un fossé mal entretenu, où l'écoulement de l'eau se fait d'une façon défectueuse, est, en effet, un excellent réservoir pour le développement des larves.

Un plan parfait de drainage est celui qui enlève des terrains producteurs d'*Anopheles* toutes les eaux stagnantes et élimine également les eaux de pluies, de telle manière que peu après une ondée, la terre et les fossés soient à nouveau à sec. Il va de soi que, sous les tropiques, ce plan parfait ne peut pas toujours être réalisé, certains facteurs locaux, tels que la composition et la texture du sol et du sous-sol, la configuration du terrain, la végétation, l'importance et la distribution des pluies, etc., y apportant des obstacles. L'ingénieur sanitaire ne devra pas se décourager et, pour réussir, devra souvent surmonter de grandes difficultés.

Dans leur ouvrage *Mosquito Control in Panama*, MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein (117) donnent des renseignements pratiques sur la manière dont les nombreuses opérations de drainage nécessitées par l'assainissement de la zone du canal, ont été conduites par le Service sanitaire spécial institué par le gouvernement américain. Les personnes qui seraient éventuellement chargées, plus tard, d'exécuter dans notre Colonie des travaux semblables, trouveront, dans le Chap. IX : *Attack on Propagation Areas by Drainage* (p. 122 à 150), du dit ouvrage, de très utiles indications. Nous nous contenterons de résumer ici ce qui se rapporte aux fossés ou drains (*).

(*) La Macédoine étant le foyer de paludisme le plus considérable d'Europe, des missions antipaludiques furent envoyées dans ce pays par la France et l'Angleterre, au cours des campagnes des armées alliées.

Les travaux et les résultats de la mission antipaludique française à l'armée d'Orient, ont été publiés dans le numéro de juin 1918 du *Bull. de la Soc. de Path. exotique de Paris.*

La mission commença ses travaux en mars 1917 ; son quartier général était situé

Fossés ou drains. Les fossés de drainage seront de direction aussi rectiligne que possible ; leur fond sera étroit et leurs bords nettement coupés. Ces fossés sont de deux sortes : ceux qui sont destinés à l'écoulement des eaux pluviales et s'assèchent, un ou deux jours après les ondées, et ceux qui contiennent de l'eau pendant toute une saison ou même d'une façon permanente.

Les fossés à écoulement temporaire ont surtout à souffrir de l'érosion. Celle-ci dépend principalement de la nature du terrain et de la pente. Toutes autres conditions égales, plus forte est la pente, plus l'érosion des côtés et du fond est à craindre.

De même les obstructions temporaires occasionnées par des pierres ou autres matériaux amènent des affouillements du fond et la formation d'excavations désignées sous le nom de « pot-holes », qui retiennent l'eau longtemps après l'assèchement du fossé et servent de lieu de développement aux larves d'*Anopheles*.

L'obstruction peut également provenir d'une disposition défectueuse des canaux d'écoulement. C'est ainsi qu'au Katanga, comme nous l'a signalé M. le Directeur général E. Leplae, les fossés longeant la voie du chemin de fer à Tshinsenda, constituaient d'excellents lieux de développement pour les larves de moustiques. Ces fossés étaient, en effet, coupés à intervalles par des barrages de terre, empêchant l'écoulement des eaux et formant autant de bassins naturels pour les larves.

Lorsque les fossés contiennent de l'eau d'une façon permanente ou pendant une période suffisamment longue pour permettre le développement complet des larves de moustiques, ils doivent être inspectés régulièrement et à courts intervalles (une semaine).

L'inspection est moins nécessaire en saison pluvieuse, lorsque l'écoulement est continu, qu'en saison sèche. Durant cette dernière

à Salonique. Elle divisa tout le district occupé par les troupes françaises, en secteurs d'étendue variable suivant la densité de la population militaire. Un médecin au moins était affecté à chaque secteur.

La première mesure eut pour but d'établir l'indice endémique des agglomérations occupées ou traversées par les troupes alliées ; en même temps, les différents travaux destinés à combattre les larves des Anopheles furent entamés.

On eût recours suivant les cas :

1° A l'assèchement des mares par comblement ou par déversement. Le déversement peut se produire par perforation du fond de la mare ou par création d'un puits absorbant, à environ 8 à 10 mètres de la mare ou des petites mares à assécher.

Pour faire le puisard, on creuse un trou de 3 mèt. carr. de surface jusqu'à 1 m. 20 de profondeur ; ce trou est relié aux mares qu'il faut vider par un caniveau tapissé de pierres sèches ; le puisard à son tour est comblé de pierres, briques et autres débris solides ; il remplit ainsi le rôle d'un drain de profondeur, d'une véritable éponge vis-à-vis des mares voisines ;

2° A la régularisation des cours d'eau, qui peut être obtenue suivant l'importance du courant, par faucardement ou désherbage des bords et du fond, ou par la réfection des berges et du lit, véritable canalisation d'un courant d'eau ralenti ;

3° A la dérivation des cours d'eau, définitive par canaux ou momentanée par le procédé à l'alternance proposé par MM. Ed. et Et. Sergent (voir page 151) ;

4° A l'emploi de larvicides : pétrole lourd et surtout huile de pétrole ou pétrole ordinaire, qui, par sa fluidité, se répand mieux.

D'autre part, la protection du soldat contre les piqûres de l'insecte adulte fut assurée par l'emploi de toile métallique fermant hermétiquement les locaux, par l'utilisation des moustiquaires de lit, etc.

La protection contre les effets du virus fut obtenue par un système de quininisation.

saison, la rapidité du courant est fort ralentie, et les conditions deviennent très favorables à l'évolution des larves. Il en est surtout ainsi pour les drains ouverts, à faible pente. Les herbes et plantes aquatiques retardent le courant ; du limon se dépose, qui favorise l'envahissement complet par la végétation et élève le niveau du fond du fossé. Les larves trouvent, dans ces milieux, abondance de retraites et de nourriture.

Pour éviter des inspections trop fréquentes et des soins constants d'entretien, il est à conseiller d'appliquer aux fossés un revêtement permanent. On pourra, par exemple, donner au fossé une section bien nette, garnir le fond de pierres et terminer par une couche de ciment.

Si la section est en forme de V aplati, il vaut mieux arrondir le fond, afin d'éviter les obstructions et l'accumulation de débris qui s'ensuit.

Dans certains cas, on revêtira le fossé de pierres brutes, réunies par du mortier de chaux, ou bien on garnira le fond de pierres plates, les espaces vides étant remplis par de petites pierres et du ciment.

Lorsqu'on a à sa disposition, à bon compte, des criblures de pierres ou du gravier, on pourra revêtir de béton armé les fossés de faible section. Une couche de 5 cm. d'épaisseur de béton, renforcée par du treillis métallique à larges mailles, ordinairement employé pour les poulaillers, conviendra pour les petits fossés. Pour la plupart de ces derniers, il sera suffisant de garnir de béton le fond et quelques pouces de hauteur de chaque côté des parois, c'est-à-dire la partie qui se trouve normalement sous l'eau (voir fig. 81 en B).

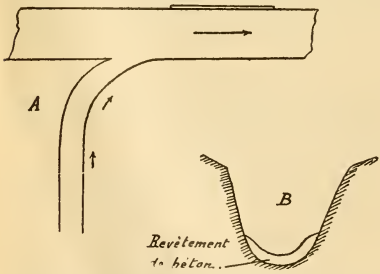


Fig. 81. — Conduites de drainage.
En *A*. Jonction d'une conduite secondaire avec la conduite principale. Cette jonction doit se faire à angle aigu ou en courbe et non à angle droit.
En *B*. Revêtement en béton du fond d'un petit fossé.

Pour effectuer le bétonnage, on étendra d'abord sur le fond préparé, une couche de béton de 2.5 cm. d'épaisseur, sur laquelle on épinglera la toile métallique, recouverte à son tour d'une nouvelle couche de béton, de même épaisseur que la première.

Le gravier de rivière convient aussi bien pour le travail de bétonnage que les criblures de pierres et le sable. Pour les grands fossés, les côtés seront inclinés et revêtus de béton sur une hauteur d'environ trente centimètres au-dessus du fond.

L'eau qui coule extérieurement le long des parois et a une tendance à enlever la terre et à miner le travail de bétonnage, devra pouvoir pénétrer dans la conduite, par le moyen de trous d'écoulement. Cette action érosive est également empêchée par l'emploi de petits

Fig. 82. — Congo belge. — Embouchure du Lomami à Isangi (District de l'Aruwimi.)
Rive débroussée et assainie. — Pas de moustiques ni de tsétsés. (Cliché Leplae.)

EFFETS DU DÉBROUSSEMENT SUR LES RIVES.

Fig. 83. — La colonie agricole de Kunzulu, sur le chenal (Moyen-Congo). — Les rives du fleuve abritaient auparavant beaucoup de tsétsés (*G. palpalis*) et de moustiques. Elles ont été assainies par le débroussement. (Cliché Leplae.)

Fig. 84. — L'hôtel de Masindi (Ouganda). — La localité a été débarrassée de la malaria et de l'hématurie, depuis que les hautes herbes qui servaient d'abri, pendant le jour, aux moustiques *Anopheles* adultes, ont été remplacées par du gazon de *Cynodon* (Bermuda grass) maintenu bien court. (Cliché Leplae.)

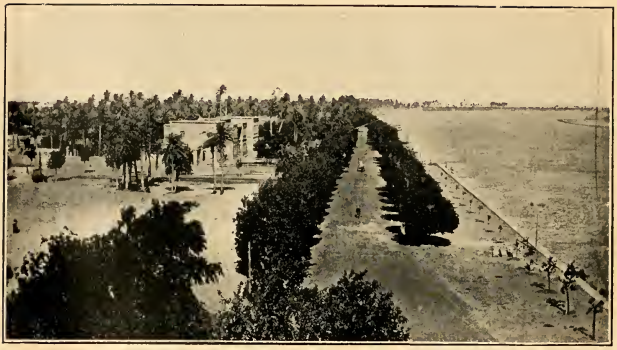


Fig. 85. — Khartoum, sur le Nil, capitale du Soudan anglo-égyptien. — Autrefois ravagée par la malaria, actuellement fort salubre.

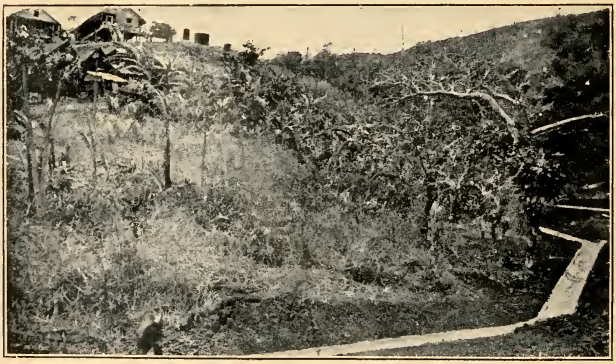


Fig. 86. — Dans la zone du canal de Panama. — Drainage des terrains marécageux, en vue de la suppression des gîtes à larves de moustiques. — A l'avant-plan, une conduite de drainage garnie de béton. (Cliché J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein.)

murs extérieurs, placés à angle droit de l'axe de la conduite et convenablement espacés.

Les conduites ou fossés bétonnés ne s'embrancheront jamais à angle droit, mais à angle aigu, la conduite de faible section étant incurvée, si nécessaire, dans le sens du courant, au point de jonction avec la conduite principale (voir fig. 81 *A*). De cette façon, on évitera les dépôts sédimentaires. Il est également à conseiller d'élargir quelque peu la conduite principale, aux points de jonction et aux endroits de courbure.

Entretien des fossés et conduites bétonnées.

Entretenir un fossé de drainage, consiste à le maintenir dans des conditions favorables à l'écoulement de l'eau, tout en l'empêchant de servir de réservoir aux larves de moustiques. A Panama, ce travail comportait le maintien du fond en bonne pente et de la section en largeur uniforme ; l'enlèvement de toutes les obstructions pouvant modifier la rapidité du courant et de la végétation aquatique et des algues fournissant aux larves la protection et la nourriture. Il comportait, en outre, l'inspection périodique des fossés et le traitement au pétrole ou à un autre larvicide, de ceux qu'avaient envahis les larves d'*Anopheles*.

Les conduites bétonnées sont plus coûteuses que les fossés de terre, mais elles ont sur ces derniers de grands avantages. La rapidité du courant y est accrue à tel point que les larves ne peuvent y vivre, sont entraînées par l'eau et détruites. La vitesse de l'eau empêche le dépôt du limon. Chaque ondée nettoie la conduite et enlève généralement toute accumulation de débris. La conduite reste de section uniforme et la végétation ne l'envahit pas. Les algues ne s'y développent que lorsque la pente est très faible et pendant les périodes où le niveau de l'eau est très bas. Dans ces cas, elles sont facilement éliminées par un peu de sulfate de cuivre. Il n'y a aucune nourriture ou protection pour les *Anopheles* et les femelles de ces moustiques évitent d'y poudre. Si la ponte est suffisante, il n'y a pas nécessité d'un traitement au pétrole. Enfin, les inspections de telles conduites bétonnées devront être moins fréquentes, elles sont plus faciles et les frais d'entretien sont réduits au minimum.

Il est à noter que, dans un fossé de terre, le moindre obstacle peut permettre une accumulation de débris et la formation d'une digue temporaire. Si cet accident se produit dans un fossé à faible pente, il peut en résulter un dépôt de limon, sable ou argile, qui peut s'étendre en amont, sur une longueur d'une ou plusieurs centaines de mètres.

Dans un fossé profond, le rétablissement de la pente et le nettoyage sont coûteux. Lorsqu'un fossé traverse une terre meuble, il peut s'élargir considérablement par endroits, sous l'action de l'érosion, et former, en saison sèche, des mares semi-stagnantes, dans lesquelles les algues et les larves se développent et qui nécessitent un pétrolage spécial.

Il faut aux fossés une pente uniforme et une direction aussi droite que le permettent les conditions locales. La largeur ne doit pas dépasser celle strictement nécessaire et les parois doivent être escarpées.

Drainage par drains souterrains.

Un autre système de drainage des parties marécageuses, est celui effectué sous le sol, par le moyen de tuyaux en poterie. Ces drains souterrains ont, sur les fossés à ciel ouvert, les avantages suivants : ils sont plus propres, permettent une inspection rapide, exigent peu de soins d'entretien et sont inaccessibles aux femelles de moustiques. Malheureusement, leur placement exige un grand travail et une dépense assez élevée.

Mode d'exécution des travaux de drainage.

Le drainage de grandes parties de marais, est ordinairement un travail trop coûteux pour être entrepris par un particulier : planteur ou colon. Lorsque des terrains marécageux se trouvent au voisinage des villes, des établissements industriels ou des voies ferrées, un excellent parti pourra, par contre, être tiré du drainage, par les municipalités, les sociétés immobilières, les compagnies de chemins de fer, minières, etc. En pratiquant le drainage en grand, elles assainiront la région par la destruction des moustiques et la rendront plus habitable. Les dépenses initiales seront certes assez élevées, mais elles seront plus que compensées par la plus-value donnée aux terrains asséchés, qui seront ainsi mis à la disposition de la culture ou de la bâtisse.

Nettoyage de la végétation.

Le nettoyage des berges des cours d'eau constitue une très bonne mesure antilarvaire. Il permet d'augmenter la rapidité du courant et d'éliminer ainsi les larves d'*Anopheles* qui se développent surtout dans les petites mares d'eau tranquille formées par les roseaux et les autres plantes croissant le long des rives. De telles rives seront donc complètement débarrassées de la végétation, de façon à assurer un écoulement continu de l'eau, sans arrêt derrière les touffes de roseaux.

L'herbe connue au Congo sous le nom d' « herbe à hippopotame » est très pernicieuse. Elle croît au fond de l'eau et peut traverser une couche de liquide de 1m50 et plus. Elle est d'ordinaire d'une végétation luxuriante et, à distance, on peut facilement confondre avec la terre ferme ses enchevêtrements de feuilles et de tiges flottant à la surface de l'eau. Au sein de toute cette végétation, il y a naturellement un nombre infini de petites portions d'eau, inaccessibles même aux plus petits poissons et qui forment des milieux particulièrement favorables aux larves de moustiques. Cette herbe devra, autant que possible, être coupée au voisinage des lieux habités.

Dans les pièces d'eau, telles qu'étangs, petits lacs, réservoirs, l'enlèvement de la végétation, des algues et des débris flottants supprime la plus grande partie de la protection et de la nourriture des larves. De plus, cette opération facilite le pétrolage et permet aux poissons et insectes aquatiques d'atteindre plus facilement les larves de moustiques, dont ils font leur proie.

Irrigations et malaria.

Il est communément affirmé que la malaria fait son apparition avec l'irrigation. Ceci n'est vrai que si les travaux ne sont pas établis avec les soins

voulus. Dans le Sud de la Californie, il y a beaucoup d'irrigations et la malaria est rare. Par l'adoption de méthodes appropriées, particulièrement le drainage et l'emploi de conduites en métal, en poterie ou en béton, on empêche toute production de moustiques. L'eau ne pourra pas rester stagnante pendant de longues périodes. On sait qu'une eau qui reste en repos pendant dix jours et plus, est dangereuse, car ce laps de temps est suffisant, en saison chaude, pour que l'évolution larvaire de certains moustiques puisse s'accomplir.

Alternance des écoulements d'eau.

MM. Edm. et Et. Sergent (187), ont adopté, avec beaucoup de succès, en Algérie, l'alternance des écoulements d'eau, comme principe directeur de mesures antilarvaires. Ils en ont donné une intéressante description dans la *Malariologia*, de Naples, 1916. Au cours de leur campagne antimalariale en Algérie, en 1902, les auteurs organisèrent des brigades destinées à combattre les moustiques et celles-ci nécessitèrent une inspection incessante, un grand travail et une dépense considérable. L'expérience leur suggéra une nouvelle méthode, qui est extrêmement simple, toujours efficace et très peu coûteuse, puisqu'il ne faut qu'un ou deux ouvriers, occupés chaque semaine pendant quelques minutes, pour exécuter les travaux requis. Cette nouvelle méthode se réduit souvent à cette unique mesure et elle est basée sur le fait que, dans la région du Tell algérien, c'est-à-dire la zone de colonisation blanche, les larves d'*Anopheles* vivent en général trois semaines. Il en résulte que des réservoirs de développement peuvent se former sans danger, s'ils sont automatiquement desséchés en moins de trois semaines, entraînant ainsi la mort des larves. Pour obtenir ce résultat, il suffit d'empêcher l'eau de séjourner plus d'une semaine au même endroit, en alternant hebdomadairement son écoulement. Chaque source est pourvue de deux canaux de décharge, au lieu dun seul, et pendant l'été, l'un de ceux-ci sera d'abord utilisé pendant une semaine, puis fermé par une digue, tandis que l'eau s'écoule par l'autre. Pendant la semaine de repos, le canal non employé se dessèche et constitue ainsi un piège pour les larves. En appliquant ce principe de l'alternance des écoulements d'eau à l'irrigation, les lieux de développement des moustiques sont rendus inoffensifs, sans aucun préjudice pour les besoins de l'agriculture.

Tout récemment (1917), MM. Edm. et Et. Sergent (188), ont apporté une modification à leur méthode. Celle-ci consiste à distribuer l'eau alternativement à droite et à gauche d'un même canal, par le moyen d'une série de barrages ou petites digues de terre. L'eau peut ainsi pénétrer dans le sol, où elle s'évapore en moins d'une semaine, la même surface n'étant inondée à nouveau qu'après plusieurs semaines. On évite ainsi de devoir creuser deux canaux de décharge.

EMPLOI DU PÉTROLE ET D'AUTRES SUBSTANCES LARVICIDES.

Le meilleur moyen de détruire les larves de moustiques est évidemment de supprimer, par remplissage, drainage ou autres mé-

thodes, les réservoirs, grands ou petits, où elles se développent. Mais ces procédés ne sont pas toujours applicables et il est alors à conseiller de traiter l'eau par un produit qui tue les larves.

Beaucoup de substances ont été essayées comme larvicides, mais, en général, aucune ne semble avoir donné d'aussi bons résultats que le pétrole. D'après M. le Dr L. O. Howard (92), le pétrole de qualité inférieure ou celui employé pour le chauffage, est le plus efficace et le moins coûteux des larvicides.

Action du pétrole sur les larves.

Le pétrole répandu sur l'eau, s'étale en une nappe très mince, sur toute la surface. Il forme une sorte de pellicule qui établit une séparation entre les deux milieux, l'air et l'eau. Or, nous savons déjà que les larves de tous les moustiques doivent remonter de temps à autre à la surface de l'eau, pour venir respirer. Elles occupent alors une position plus ou moins verticale *(Culex, Stegomyia)* ou horizontale *(Anopheles)*, la cupule hydrofuge qui se trouve à l'extrémité de leur tube respiratoire, adhérant à la surface de l'eau. Nous savons également que les pupes flottent sur l'eau, leurs trompettes respiratoires en contact avec l'air. Dans ces conditions, l'hypothèse la plus généralement admise est que le pétrole tue les larves et pupes, en obstruant leurs organes respiratoires. Une autre hypothèse est que la couche d'huile minérale réduit la tension superficielle de l'eau et empêche les larves de rester suffisamment longtemps à la surface pour rompre cette couche et absorber de l'air. Peut-être les larves sont tuées par la combinaison de trois causes :

1. — Effet toxique du pétrole sur les larves et pupes ;

2. — Obstruction des tubes respiratoires par de petites particules de pétrole ;

3. — Réduction de la tension superficielle de l'eau.

D'après MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein (117), le pétrole paraît exercer une action toxique sur les larves des moustiques. Ces auteurs ont observé que beaucoup de larves meurent peu après avoir été en contact avec ce liquide. Une simple privation d'air n'entraînerait pas une mort aussi rapide. Dans des cages submergées, des larves et pupes d'*Anopheles* survécurent souvent plus d'une heure. Probablement, ajoutent ces auteurs, des particules de pétrole s'introduisent dans les tubes respiratoires et causent la mort par asphyxie. Ils ont observé des larves prenant, après avoir été en contact avec le pétrole, leur siphon respiratoire entre leurs mandibules et faisant, semble-t-il, des efforts violents pour enlever quelque substance nocive.

L'action du pétrole, en entravant les phénomènes respiratoires, varie suivant les espèces de moustiques. La larve du *Stegomyia fasciata* =*Aedes calopus*, peut rester longtemps au fond de l'eau, sans remonter pour respirer ; par contre, les larves des *Anopheles* ne quittent la surface de l'eau que lorsqu'elles sont effrayées, et sont donc plus rapidement tuées par la pellicule de pétrole que les autres larves.

D'autre part, les femelles de moustiques ne déposent que rarement leurs œufs sur une eau fortement traitée au pétrole.

Comme nous l'avons vu, en parlant de la respiration des larves,

M. J. W. Scott Macfie (127), a publié, en janvier 1917, une importante étude sur l'action larvicide du pétrole *(The Limitation of Kerosene as a Larvicide)*, dans le *Bulletin of Entomological Research*. En voici un résumé :

L'action du pétrole fut expérimentée sur les larves de diverses espèces de moustiques. Ce traitement réussit très bien sur certaines larves, mais pour d'autres, il semble que son efficacité ait été exagérée. En pratique, les plantes aquatiques des étangs peuvent rompre la couche de pétrole, laissant des espaces libres; de plus, il a été démontré au laboratoire que la présence de matières organiques dans l'eau diminue l'action du pétrole brut. Des lots de cinq larves de *Stegomyia fasciata* furent introduits dans des tubes à essai contenant, soit de l'eau distillée, soit de l'eau avec matières organiques, et une petite quantité de pétrole fut versée dans chaque tube. Au bout de 12 heures, toutes les larves étaient mortes dans l'eau distillée, tandis qu'elles survécurent à un séjour de 57 heures dans l'eau contenant des matières organiques.

Le pétrole est supposé agir, soit en annulant la tension superficielle, soit en privant les larves d'air libre, soit en les intoxiquant. La première hypothèse n'est pas vérifiée par les faits, et la seconde est plus généralement admise. L'action toxique peut se produire, soit par dissolution du pétrole dans l'eau, soit par pénétration dans les tubes trachéens et obstruction de ces derniers ou pénétration dans les ramifications plus minces et action directe sur les tissus de la larve, soit encore par introduction des vapeurs de pétrole dans les trachées, durant la respiration.

Les larves du *Stegomyia fasciata* peuvent vivre plusieur jours sous une couche de pétrole, utilisant sans doute l'oxygène contenu dans les bulles d'air.

Les vapeurs de pétrole appliquées dans un espace confiné aux larves du *Stegomyia fasciata* et du *Culex fatigans*, provoquent un ralentissement de leurs mouvements et peuvent même les tuer. Toutefois, à l'air libre, ces vapeurs sont sans doute rapidement balayées par les courants d'air et ne séjournent probablement jamais assez longtemps, immédiatement au-dessus de la surface de l'eau, pour avoir une action quelconque sur les larves.

Le pétrole tue, en une demi-heure, les larves du *Culex fatigans*, mais si l'on empêche ces dernières d'entrer en contact avec la pellicule huileuse, elles survivent plus longtemps. Des larves ont vécu aussi longtemps sous une couche de paraffine que sous une couche de pétrole, lorsqu'elles n'avaient pas avec ces couches de contact direct, ce qui prouve que, dans ce cas, l'action du pétrole ne fut pas spécifique, mais tua les larves par manque d'air.

Le pétrole ne paraît pas avoir d'action directe sur les larves du *Stegomyia fasciata*. Ces larves semblent avoir le pouvoir de percer la pellicule de pétrole, avec les valves fermées de l'extrémité de leur siphon et d'éviter ainsi la pénétration du liquide dans leurs trachées. Elles échappent, de cette façon, à l'action physique du pétrole, quoique, si celui-ci pénètre dans le siphon, il agit comme poison direct, tout comme chez le *Culex fatigans*.

Il a été démontré, par une expérience, que l'huile d'olive et la paraffine ont le même effet sur les larves, mais que cet effet diffère de celui du pétrole, ce qui tend à prouver que l'action de ce dernier n'est pas due à l'obstruction mécanique des trachées, car, dans ce cas, les trois produits auraient eu un effet identique.

Comme la durée de résistance des larves sous le pétrole et sous la paraffine a été à peu près la même, il est possible que ces larves ont échappé à l'action toxique et sont mortes par privation d'air libre. Des observations ont été faites sur le pouvoir de résistance des larves maintenues sous l'eau. Celui-ci varie d'abord d'après l'*espèce :* les larves du *Stegomyia fasciata* sont beaucoup plus résistantes à la submersion que celles des *Culex*. Le second facteur est l'*âge :* des jeunes larves ont survécu plus longtemps que celles complètement développées. Vient ensuite la *température :* un abaissement prolongé de température ou une élévation de celle-ci, raccourcissent l'existence des larves de *Stegomyia* submergées. Enfin, la présence dans l'eau de *matières organiques*, qui absorbent l'oxygène dissous, a également une grande influence sur le pouvoir de résistance des larves submergées, dont elle diminue la vie (*).

Il a été dit, en parlant de la respiration larvaire (p. 60), que les larves de certaines espèces de moustiques, y compris le *Stegomyia fasciata*, peuvent vivre sous l'eau pendant un temps assez long, sans remonter à la surface ; elles respirent alors l'air dissous dans l'eau (respiration branchiale et cutanée). Il en résulte qu'en pratique, l'épandage de pétrole n'est pas toujours efficace, les larves de beaucoup d'espèces de moustiques passant une grande partie de leur vie au fond des mares et quelques-unes pouvant rester submergées assez longtemps pour que la couche de pétrole soit évaporée.

(*) MM. Freeborn A. B. et Atsatt R. F. (71) rapportent dans le *Journal of Econom. Entomology*, de juin 1918, des expériences faites pour vérifier les diverses théories relatives à l'action du pétrole sur les larves de moustiques.

Les résultats montrèrent : 1° Qu'en ce qui concerne la tension superficielle, celle-ci est loin d'être annulée, puisque les larves restent à la surface pendant un temps considérable, soit au repos soit en faisant un dernier effort pour percer le film ; 2° Que l'étouffement n'a qu'une faible part dans l'action larvicide du pétrole, puisque des larves qu'on empêchait, par de simples moyens mécaniques, d'accéder à l'air, ont survécu 30 heures, alors que celles qui se trouvaient sous une couche de pétrole ne vivaient que 45 minutes ; 3° Que la solubilité du pétrole dans l'eau n'est pas un facteur toxique ; 4° Que l'obstruction des tubes respiratoires même dans leurs plus fines subdivisions n'est pas la cause de l'efficacité du larvicide, car, dans ce cas, toutes les huiles auraient la même action, alors qu'en fait le pétrole tue en 45 minutes, et les huiles non toxiques en 4 1/2 heures seulement ; 5° Que l'action directe du pétrole sur les tissus comme poison de contact n'est pas la cause de la mort, parce que tout en pénétrant le système trachéen avec grande rapidité, il n'atteint les tissus que bien après la mort des larves.

Finalement, des expériences en vue de vérifier l'action toxique des vapeurs de pétrole conduisirent à la conclusion que la toxicité des huiles de pétrole et leur action larvicide augmentent avec la volatilité et que les constituants volatils des huiles contiennent les principes qui produisent les principaux effets mortels.

D'autre part, suivant M. A. Takatsuki (200), la mort des larves sous l'action du pétrole ne serait pas occasionnée par simple suffocation mécanique. L'auteur suggère que la surface des siphons et des organes respiratoires est recouverte d'une membrane épithéliale qui aurait une affinité chimique spéciale pour le pétrole. Cette membrane n'est pas teintée par des solutions colorantes aqueuses, mais l'est, par contre, facilement par des solutions colorantes au pétrole.

L'auteur en conclut qu'il n'est pas nécessaire de recouvrir l'eau d'une pellicule épaisse de pétrole ; 25 cm. cub. de pétrole par mètre carré seraient suffisants pour détruire presque toutes les larves et pupes durant l'été.

M. Scott Macfie a finalement étudié l'action particulière du pétrole brut sur diverses espèces de larves. Celles des *Anopheles costalis*, *Culex fatigans* et *C. invidiosus* ont été facilement détruites par le pétrolage. La larve du *Culex thalassius* est moins aisément tuée, car, tout en étant sensible au contact du pétrole, elle peut rester longtemps sous l'eau, sans remonter à la surface pour respirer. La larve du *Mansonioïdes africanus* obtient ordinairement l'oxygène qui lui est nécessaire en introduisant son siphon dans les racines d'une plante aquatique : *Pistia stratiotes*, mais au laboratoire, d'autres plantes lui conviennent également. Cette larve se développe et se transforme en pupe, sous une épaisse couche de pétrole, mais la pupe meurt avant l'éclosion. Enfin, il a été également prouvé, expérimentalement, que la larve du *Stegomyia fasciata* peut vivre assez longtemps sous l'eau, pour que la pellicule de pétrole soit évaporée, à moins toutefois que celle-ci ne soit anormalement épaisse (*).

Choix du pétrole à employer.

Deux qualités principales sont exigées du pétrole à utiliser comme larvicide. Il doit s'étendre rapidement en nappe et ne doit pas s'évaporer trop promptement.

Les huiles de pétrole les plus lourdes ne s'étalent pas facilement à la surface de l'eau ; elles s'accumulent par places et la pellicule formée est d'une épaisseur inutile. De plus, ces huiles sont difficiles à épandre à l'aide de pompes. Leur avantage est de ne s'évaporer que lentement.

(*) M. Russell F. F. (173) discutant dans *Proc. Med. Assoc. Istmian Canal Zone*, n° 1 de 1917, les travaux exécutés durant l'année 1916 par le bureau d'hygiène de la zone du canal de Panama, donne divers renseignements sur la laitue d'eau sauvage : *Pistia stratiotes*. C'est, attaché à cette plante, que le moustique *Taeniorhynchus (Mansonia) titillans* passe tout l'état larvaire et pupal sous la surface de l'eau.

Les tubes respiratoires de la larve et de la pupe sont modifiés de telle façon qu'ils peuvent percer les petites racines de *Pistia stratiotes* et puiser l'oxygène directement dans la plante. Les racines ont quelques fois plusieurs pieds de longueur et pendent verticalement dans l'eau. Une quantité de matières végétales en décomposition et de débris y sont également attachés. C'est dans cette masse de racines filamenteuses qu'on trouve des larves et pupes de *Taeniorhynchus titillans*.

A propos du *Pistia stratiotes*, M. L. H. Dunn (52) insiste sur les dangers que présente la multiplication de cette plante dans les eaux du grand lac artificiel de 173 milles carrés, créé lors de la construction du canal de Panama. A la suite de l'élévation des eaux du lac, les plantes furent transportées à la périphérie des terres basses inondées, où la vigoureuse végétation forestière leur offrit une bonne protection. Conséquemment, elles se développèrent d'une façon si intense que de grandes îles flottantes furent bientôt formées, couvrant la surface de l'eau en masses de plusieurs milles de diamètre.

Suivant M. J. Zétek (217), ces îles flottantes et d'autres masses de laitues d'eau servent de lieu d'élevage aux moustiques. En 1918, en plus de *Taeniorhynchus titillans* des larves d'*Anopheles* y furent trouvées. L'habitat est très favorable : les larves sont protégées des rayons directs du soleil, des poissons culiphages, des larves carnassières et du mouvement ondulatoire des vagues. Mais l'avantage le plus important est la présence de l'oxygène dégagé par les laitues d'eau.

Le *Pistia stratiotes* est une plante qui existe également en Afrique occidentale, où elle a comme parasite les larves d'un moustique proche parent de *Taeniorhynchus (Mansonia) titillans* : *Mansonioides africanus*, Theob. MM. A. Ingram et Scott Macfie (101) ont signalé, en 1917, qu'en Afrique occidentale, les œufs de ce moustique sont déposés par groupes de 150 environ, à la face inférieure des feuilles du *Pistia stratiotes* ; celles-ci, devenant presque horizontales lorsque la plante se déploie, mettent ainsi les œufs en contact avec l'eau, leur extrémité pointue dirigée vers le bas. A l'éclosion, les œufs se fendent horizontalement à l'endroit le plus large et la pièce détachée, en forme de cône, tombe au fond. La larve en s'échappant, descend également au fond et s'attache à une racine de la plante de *Pistia*, choisissant une radicelle délicate et non la racine principale, comme le font les larves plus âgées.

Le pétrole ordinaire s'étale mieux, mais disparaît en un temps relativement court, ce qui nécessite de fréquentes applications.

A Panama, l'huile brute d'asphalte (20° Baumé) a été très employée ; elle est peu coûteuse, mais s'étale difficilement et ne convient pas pour d'autres climats. En Californie, M. H. J. Quayle a utilisé un mélange de quatre parties d'huile lourde de pétrole à 18° B., avec une partie d'huile légère à 34° B. Ce mélange s'étale facilement en nappe et ne s'évapore pas trop rapidement. Il a été appliqué, soit à l'aide d'une pompe d'arrosage, soit à l'aide d'un pulvérisateur. Une seule aspersion conserve parfois son efficacité pendant quatre semaines.

Le meilleur moyen d'avoir une bonne huile minérale d'épandage consiste à la préparer, en mélangeant, dans certaines proportions, les huiles lourdes et légères. Sous les climats tempérés, M. W. B. Herms (90), recommande une densité de 28° à 30° Baumé pour le printemps et l'automne et de 26° B. pour l'été. On trouve sur le marché des huiles brutes allant de 12° à 18° B., des pétroles de chauffage variant de 28° à 32°, et du pétrole lampant marquant 40° à 42° B. Connaissant le poids spécifique de l'huile achetée, il est aisé de calculer quelle quantité d'huile plus lourde ou plus légère il y aura lieu d'ajouter, pour obtenir le produit désiré. Si l'on dispose, par exemple, de pétrole à 42° et d'huile brute à 15°, il faudra employer dix gallons de l'un pour douze de l'autre. Pour mélanger ces produits, il sera bon de se servir d'un pulvérisateur. On remplira, autant de fois que nécessaire, le réservoir de cet appareil avec les deux liquides versés dans la proportion voulue, puis, y introduisant le bec de la lance, on fera barboter le mélange pendant quelques minutes.

L'emploi des huiles minérales ne présente pas que des avantages. Leur application en grand est coûteuse ; la mince pellicule formée est facilement rompue par des objets flottants ou autres et elle peut aisément prendre feu par des étincelles, surtout le long des voies ferrées.

Rapidité d'évaporation du pétrole dans les contrées chaudes. — Expériences faites en Afrique occidentale.

Sir Rubert Boyce, F. R. S. (23), dans son rapport sur l'existence et la distribution de *Stegomyia fasciata* en Afrique occidentale, paru en 1911, insiste sur le fait que ce sont les différentes préparations de pétrole qui constituent les larvicides les plus économiques, les moins dangereux et les plus faciles à se procurer et à utiliser. Le pétrole peut être appliqué aux petites comme aux grandes surfaces. Il peut être distribué par aspersion ou versé sur l'eau. Il est excellent pour toutes les agglomérations d'eau stagnante : mares ou lagunes, et son action larvicide persiste longtemps après le traitement.

Il ne faut pas perdre de vue cependant, que sous l'effet d'un puissant soleil tropical, le pétrole s'évapore en un temps relativement court et que, par conséquent, le traitement doit être renouvelé au bout de quelques jours. Sir Rubert Boyce fit des expériences en vue de déterminer la durée maximum de l'action du pétrole. Dans une cuve remplie d'eau, ayant un mètre carré de surface environ, il in-

troduisit un certain nombre de larves de *Stegomyia*, puis répandit sur l'eau une once (28 gr.) de pétrole. Cette cuve fut ensuite exposée, tant au plein soleil qu'à l'ombre, et l'expérimentateur prit soigneusement note du moment du début de l'expérience et de celui où les larves cessaient de se mouvoir.

Première expérience. — Surface couverte d'une once (28 gr.) de pétrole et exposée à un soleil ardent. — Larves de *Stegomyia* introduites dans l'eau à midi. — Mortes et la plus grande partie du pétrole évaporée à 15 heures.

Deuxième expérience. — Faite en vue de déterminer le taux d'évaporation. — Pétrole évaporé à la fin de la troisième heure, ne laissant qu'une légère odeur et huilant à peine un papier buvard.

Troisième expérience. — Une demi-once (14 gr.) de pétrole versée sur l'eau. — Larves introduites à 12 h. 30, mortes à 13 h. 30. — A 17 h. 35, pétrole évaporé, à l'exception d'une faible odeur et d'une légère irisation. Des larves fraîches, introduites alors, sans nouvelle addition de pétrole, moururent en une heure. — Il semble que la petite quantité de pétrole dissoute a eu une action larvicide.

Quatrième expérience. — Une demi-once (14 gr.) de pétrole versée sur l'eau. — Larves introduites à 13 h. 40, en plein soleil. — A 15 h. 15, elles étaient encore vivantes, mais à mouvements très ralentis. — Le pétrole était évaporé.

Ces expériences démontrent qu'en plein soleil, la couche de pétrole s'évapore rapidement, mais que la quantité qui reste en dissolution continue à exercer une action larvicide. On peut en conclure, ajoute Sir Rubert Boyce, qu'une once (28 gr.) de pétrole par mètre carré de surface liquide est suffisante pour tuer les larves, mais que l'eau devra être traitée de cette façon toutes les semaines, pour que l'action soit vraiment efficace.

Quand faut-il appliquer le pétrole?

Le pétrole sera toujours appliqué, lorsqu'on constate l'existence de larves, même si l'on a l'intention de supprimer, par la suite, le réservoir de développement en le comblant ou en le drainant. Cette application empêchera les larves d'être entraînées en d'autres endroits, où elles pourraient achever leur évolution. La fréquence de l'épandage dépend de la durée de développement des larves et de la rapidité d'évaporation du pétrole, — deux conditions qui dépendent à leur tour de la température. C'est pourquoi il faudra des applications plus souvent répétées, sous les climats tropicaux (toutes les semaines), et, en été, sous les climats plus tempérés (tous les 12 jours). Lorsque la température est plus fraîche (10° à 15° C.), il suffira d'un épandage de pétrole toutes les trois semaines.

Le chiffre moyen de douze jours peut paraître, à première vue, insuffisant, puisque certains moustiques accomplissent leur évolution aquatique en dix jours, mais il faut se rappeler que le pétrole détruit, au moment de son application, toutes les larves et pupes, et que la pellicule reste sur l'eau environ deux jours et parfois plus

longtemps, empêchant la ponte des moustiques femelles adultes. Lorsque le pétrole est évaporé, l'élevage des larves peut reprendre, mais il sera interrompu par le nouvel épandage, avant que le cycle larvaire de dix jours ne soit complété.

Quelles sont les quantités de pétrole à employer?

D'après M. J.-A. Le Prince (118), il est difficile, dans le traitement au pétrole des eaux infestées par les larves de moustiques, d'établir avec exactitude la quantité de ce produit nécessaire par unité de surface. La densité et les qualités d'étalement des huiles minérales varient d'un chargement à l'autre, et dans un même fût, il peut y avoir de grandes différences, suivant qu'il s'agit de l'huile du haut ou de celle du fond. On utilisera donc la quantité d'huile minérale nécessaire pour former une couche continue sur l'eau. M. le Dr Howard (92), estime que, par temps calme, une once de pétrole par 15 pieds carrés, soit environ vingt grammes par mètre carré de surface liquide, est suffisante. MM. J. E. Dutton et J. -L. Todd (54), préconisent 10 centimètres cubes de pétrole brut par mètre carré. D'après la *South african anti-malarial Association*, une boîte à lait condensé remplie de pétrole est suffisante pour recouvrir d'une couche uniforme une mare de 2m50 de longueur sur 2m50 de largeur.

En l'absence de vent, la nappe huileuse reste subsister pendant dix jours et plus, et alors même que l'écume irisée semble avoir disparu, on décèle encore sur l'eau une légère odeur de pétrole. Par temps venteux, la couche de pétrole peut être poussée d'un seul côté, mais elle voyage à la première saute de vent et revient détruire les larves. La nappe huileuse n'est, du reste, pas seulement fatale aux larves et aux pupes, mais encore à beaucoup de moustiques adultes, qui se déposent à la surface de l'eau pour boire ou pour pondre.

Modes d'épandage du pétrole.

Les modes d'épandage du pétrole varient d'après les dimensions de l'agglomération d'eau à traiter, mais ils sont toujours très simples.

Comme le pétrole s'étale très bien de lui-même, il peut suffire, s'il s'agit de petites pièces d'eau, de le verser en un point quelconque de la rive ou de le lancer à la volée, dans la direction du vent. S'il faut traiter de plus grandes mares, on utilisera une pompe avec lance à bec droit, placée sur la rive ou sur une embarcation ; le jet de pétrole s'enfoncera d'abord dans l'eau, puis remontera et s'étalera sur toute la surface, de façon à la recouvrir entièrement et sans pertes (*).

(*) MM. W. L. Mann et E. C. Ebert (140), (1918), recommandent la sciure de bois imbibée de pétrole, pour assurer un épandage régulier de ce dernier. La sciure de bois sèche est trempée dans le pétrole pendant 24 heures et éparpillée ensuite à la main, à la surface de l'eau à traiter, ou bien encore, elle est mise dans des sacs en papier liés, puis jetés au hasard dans l'eau. Les auteurs décrivent un système de barrages pour empêcher la perte trop rapide de la sciure de bois dans les eaux courantes. Ils décrivent également une sorte de cage renfermant de la sciure de bois imbibée de pétrole et un barboteur automatique destiné à remplacer les appareils distributeurs par gouttes.

Le barboteur automatique est disposé de façon à être complètement submergé, le pétrole remontant à la surface sous forme de bulles. Cet appareil a une capacité de 2 à 3 gallons (9 à 13 1/2 litres).

Dans la zone du canal de Panama, plusieurs méthodes d'application du pétrole comme larvicide ont été employées. Elles peuvent être classées en méthodes continues et méthodes intermittentes ou discontinues.

Méthodes continues. — La meilleure de ces méthodes est celle par laquelle l'huile minérale contenue dans un récipient tombe goutte à goutte à la surface de l'eau, de façon à y former une couche mince et continue.

Les appareils distribuant le pétrole par gouttes seront avantageusement employés là où il y a peu d'obstacles à la formation d'une

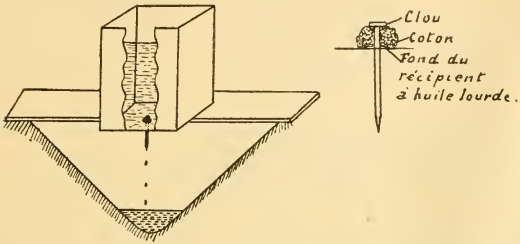


Fig. 87. — Epandage du pétrole en nappe, sur les eaux courantes. Distributeur compte-gouttes de pétrole, de construction très simple, placé sur un ruisseau. Le clou qui traverse le fond du récipient, permet de régler le débit. — En usage dans la zone de Panama. (D'après J.-A. Leprince et A.-J. Orenstein.)

nappe uniforme de pétrole, c'est-à-dire là où le courant est faible et où il y a peu de végétation, d'algues et de débris flottants.

Voici quels sont les dispositifs de ce genre en usage à Panama : Un bidon de pétrole est placé sur une planche, au-dessus du fossé, du drain ou du petit cours d'eau qu'il faut pétroler. Un clou est enfoncé au fond du bidon, la tête, entourée de déchets de coton, se trouvant à l'intérieur du récipient. En enfonçant ou retirant légèrement le clou, le débit du pétrole peut être réglé suivant les nécessités (voir fig. 87).

Pour les huiles plus fluides, un bidon de cinq gallons, avec un robinet d'écoulement en métal, a été employé (voir fig. 93), tandis que pour les huiles lourdes à base d'asphalte, si largement utilisées à Panama, on s'est servi d'un bidon muni d'une mèche de lampe plate, contenue dans un porte-mèche plat, pouvant être élargi ou comprimé, de façon à régulariser le débit (voir fig. 88 A et B). Sur les fossés ou cours d'eau ayant, au niveau de la surface, une largeur moyenne de 30 cm., dix à vingt gouttes d'huile étaient ainsi distribuées par minute, la quantité variant d'après les conditions locales. Pour les canalisations de grande longueur, plusieurs bidons distributeurs étaient nécessaires.

Là où l'emploi d'un bidon n'était pas justifié, on plaça, à la source

de l'eau, de petits paquets de déchets de coton imbibés de pétrole ; ces paquets étaient attachés à une pierre ou à un autre objet fixe et flottaient ainsi sur l'eau. Ils étaient imbibés à nouveau de pétrole environ toutes les semaines. Les huiles les plus lourdes conviennent le mieux

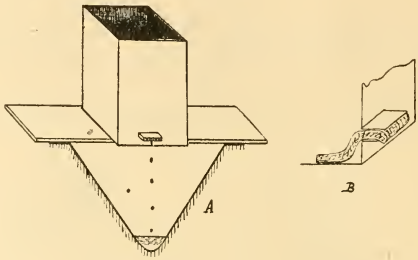


Fig. 88. — Appareil distributeur de pétrole à mèche plate.
En *A*. L'appareil en place sur un ruisseau;
En *B*. Détails de la mèche et du porte-mèche.
(D'après un dessin de J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein.)

pour cet usage. En Afrique occidentale, on a employé un procédé analogue pour répandre le pétrole à la surface de l'eau, en se servant de chiffons imbibés de pétrole et liés à l'extrémité d'un long bâton.

Méthodes intermittentes ou discontinues. — Le but de ces méthodes est de produire une nappe uniforme de pétrole et de la maintenir en place suffisamment longtemps pour tuer toutes les larves qui se trouvent sous elle. Une couche parfaite doit rester intacte, plusieurs heures au moins, pour être efficace.

Avant d'examiner les modes d'épandage discontinus, voyons de quelle façon les énormes quantités d'huiles minérales utilisées à cette fin à Panama, étaient distribuées dans toute la zone.

Les 600,000 gallons d'huile brute employés annuellement, étaient transportés de Californie, leur lieu d'origine, par des steamers, qui déchargeaient leur cargaison dans des réservoirs situés au terminus du canal, du côté de l'océan Pacifique. De ces derniers, l'huile était pompée et envoyée, d'un bout à l'autre de l'isthme, au moyen de canalisations ou « pipes-lines ». En divers points, cette huile était déversée dans de plus petits tanks, d'où elle était puisée directement ou conduite par des canalisations secondaires, dans de nouveaux réservoirs, placés plus près des endroits où elle devait être employée.

Une partie de la provision d'huile était aussi transportée directement, à l'aide de deux wagons-réservoirs, qui étaient remplis aux dépôts principaux du Pacifique et dont le contenu était déchargé dans les petits tanks, en divers points de la voie ferrée.

Des réservoirs locaux, l'huile était enfin transportée aux lieux de destination, par tuyaux, ou bien dans des voitures-réservoirs, tirées par des mules, ou encore à dos de mulet. Si aucun de ces moyens de

transport n'était possible, elle était portée à la main ou à dos d'homme.

Les huiles lourdes, écrivent MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein (117), s'appliquent le mieux sur l'eau, sous forme de jet. La tendance à former une nappe continue est ainsi beaucoup plus grande. Toutes les pompes existant dans le commerce conviennent pour cet usage. Celle qui a donné les meilleurs résultats, dans la zone du canal, est appelée pompe-baril et est spécialement forte. Les petits modèles de pompes à main sont également très utiles. Un bon appareil pour huile lourde doit être simple et solide, avec des soupapes non caoutchoutées (*).

Un pulvérisateur à dos d'homme, du type employé dans les vergers, a rendu également de bons services (voir fig. 91).

Le pétrole peut aussi être appliqué en employant un tonneau d'arrosage. Pour l'épandage sur les pièces d'eau peu profondes, inaccessibles par la rive, on s'est servi de barquettes ou d'un bateau à fond plat, portant un réservoir rempli de pétrole (voir fig. 92). Ce bateau pouvait être mû à la main ou par moteur, et il en était de même de la pompe d'arrosage qui y était installée.

Des charrettes à deux ou à quatre roues, d'une construction spéciale, ont également été employées pour l'épandage du pétrole dans la zone du canal (voir fig. 94). Elles consistaient en un réservoir de fer, d'une capacité de 200 à 500 gallons, monté sur roues et muni, à sa partie inférieure, d'un tuyau de 3 mètres de longueur, dont le dernier mètre était perforé de trois rangées de trous. Ce tuyau d'arrosage était monté sur un joint universel. Ces charrettes sont spécialement utiles pour appliquer une épaisse couche de pétrole aux fossés longeant les routes et pour huiler la végétation devant être brûlée.

Maintien de la nappe de pétrole.

Lorsque la nappe de pétrole est étalée sur l'eau, il est souvent peu aisé de la maintenir en place, car sur une pièce d'eau de quelqu'étendue, elle dérive sous l'action du vent et laisse à découvert une partie de la surface.

Il est très difficile d'obvier à la tendance à la dérive. La méthode la plus simple consiste à fixer des planches, espacées de cinq ou six pieds et placées perpendiculairement à la direction du vent dominant. Là où la direction du vent est variable et où celui-ci souffle avec force, on pourra employer une grille de bois, avec espaces d'autant plus petits que la force du vent est plus grande (**).

Il faudra également enlever tous les obstacles, tels que souches, buissons, touffes d'herbes et pierres, autour desquels la nappe d'huile tend à former, par ses oscillations, des cercles d'eau libre. De même

(*) Dans le *California State Bd Health Bull.* (Sacramento), de juillet 1918, un appareil d'épandage de pétrole est décrit. Il consiste essentiellement en un réservoir à air comprimé, monté sur un châssis moteur qui actionne l'appareil. L'air comprimé permet de répandre le pétrole en nappe uniforme. Un long tuyau d'arrosage étend fortement le champ d'opération.

(**) M. A. W. Pomeroy (164), (prophylaxie de la malaria à Dar-es-Salam (Afrique orientale) recommande, pour empêcher la nappe de pétrole épandue sur les grandes mares de dériver d'un seul côté par la poussée du vent, l'emploi de châssis faits avec les tiges séchées de plantes de sisal *(Agave sisalana)*, entrelacées horizontalement; ces châssis sont placés à la surface de l'eau.

les algues devront être éliminées, car elles forment avec le pétrole une sorte d'amalgame (*).

Traitement au pétrole des réservoirs artificiels.

Le traitement au pétrole peut également être appliqué aux citernes et aux réservoirs à eau potable.

Le meilleur moyen de protection, consiste évidemment à recouvrir ces derniers récipients, d'écrans de toile métallique. Si cela n'est pas possible, une mince couche de pétrole pourra être versée à la surface, sans nuire à la qualité de l'eau, à condition, bien entendu, que cette dernière soit en épaisseur suffisante et qu'elle s'écoule par un robinet de décharge placé au fond du récipient. Grâce à ce dispositif, le pétrole ne sera pas entraîné.

De même, on traitera, à l'aide d'une cuillerée de pétrole, les bouches d'égouts, lorsque, par temps sec, l'eau y reste séjourner, servant de milieu de développement à des milliers de larves de moustiques.

Larvicides autres que le pétrole.

L'emploi du pétrole ne donne pas toujours toute satisfaction comme larvicide. La lenteur de son action, la difficulté d'obtenir une nappe parfaite et la grande quantité d'huile minérale nécessaire à cette fin, le coût de l'épandage, les dangers d'incendie, font qu'on a recherché d'autres substances qui pourraient fournir un larvicide plus pratique et plus économique.

Les qualités requises d'un bon larvicide sont :

1. — Grande toxicité. — Une petite quantité de larvicide doit suffire pour empoisonner un grand volume d'eau ;

2. — Action rapide. — Les larves doivent être tuées rapidement, pour qu'une pluie ne puisse avoir le temps de diluer ou d'affaiblir le mélange ;

3. — Possibilité de mélange sans diminution de toxicité, à toutes les eaux, même saumâtres et alcalines ;

4. — Bonne conservation. — Le larvicide doit pouvoir se conserver longtemps et résister à l'action de l'air et de la lumière ;

5. — Absence de danger. — En dilution dans l'eau, à la dose active, il doit être inoffensif pour l'homme et les animaux domestiques ;

6. — Coût peu élevé.

(*) M. A. K. Henry (89) recommande une méthode intéressante et économique de destruction des larves par le pétrole, dans les cours d'eau.

Des planches de longueurs proportionnées aux diverses largeurs du cours d'eau, sont préparées. On barre ce dernier au moyen d'une première planche placée de champ, de façon à plonger partiellement et verticalement de 6 à 8 centimètres dans l'eau, — ce qui donne une sorte de barrage de surface. Une autre planche est placée de la même façon 15 à 20 mètres plus bas. Un quart de litre de pétrole est ensuite versé dans le bief ainsi créé et étendu à l'aide d'un balai, de façon à pénétrer dans les plus légères irrégularités des bords. Lorsque toute la section est recouverte de pétrole, une troisième planche est placée 20 mètres plus bas et la seconde est levée, permettant ainsi au film, avec son accumulation de larves mortes ou vivantes, de glisser jusqu'au nouveau bief. Le contact est de nouveau assuré avec les berges par un vigoureux balayage. On continue ensuite l'opération de la même façon. Par ce procédé, une grande longueur de cours d'eau peut être traitée à l'aide d'une très petite quantité de pétrole.

Savon larvicide employé à Panama.

Dans la zone du canal de Panama, un larvicide spécial : savon à base de phénols et de résine, a été très employé, à côté des huiles lourdes de pétrole. Il se compose de 150 à 200 livres de résine en poudre ou finement moulue, 50 livres de soude caustique et 150 gallons d'acide phénique brut (densité 0.97), contenant au moins 15 pour cent de phénols. L'acide phénique est d'abord chauffé à 100 degrés, dans un appareil spécial, puis l'on y ajoute successivement la résine et la soude, tout en maintenant l'ébullition et en remuant constamment. Au bout d'un certain temps, on obtient ainsi un liquide savonneux, résineux et noir, ne donnant plus de dépôt. Ce liquide s'émulsionne facilement dans l'eau fraîche et en solution aqueuse à 1 pour 10,000, il tue les larves d'*Anopheles* en moins d'une demi-heure. Cette destruction se fait en cinq à dix minutes, si l'on mélange une partie d'émulsion à 5,000 parties d'eau.

Cette préparation est peu coûteuse ; étant très concentrée, elle est facile à transporter ; sa fabrication est aisée, son action rapide et très uniforme ; elle n'est pas dangereuse pour les grands animaux et n'est pas inflammable ; elle tue même les larves enfouies dans la vase et détruit également les algues et les mauvaises herbes. Par contre, elle ne s'émulsionne pas et reste inerte dans l'eau saumâtre ; elle nécessite, pour sa conservation, l'emploi de récipients bien fermés et perd rapidement sa toxicité, lorsqu'elle est mélangée à de l'eau contenant des algues ou d'autres matières organiques.

Expériences sur l'emploi comme larvicides, du savon mou, de la naphtaline et de l'eau de mer.

M. A. W. Bacot (8), dans « *Report Yellow Fever Commission*, West Africa 1914-1915», signale des essais très intéressants effectués en Afrique occidentale, dans le but de comparer la valeur du pétrole, du savon mou, de la naphtaline et de l'eau de mer, pour la destruction des œufs, larves et pupes de *Stegomyia fasciata*. Le pétrole (1 pour 600) détruisit en une heure la majorité des larves et des pupes, mais n'eut aucun effet sur les œufs, ainsi que sur les larves qui en sortirent dans la suite. Le savon mou (1 pour 600) a tué les larves, les pupes et les jeunes larves venant d'éclore ; les œufs, par contre, se développèrent normalement, après une submersion de vingt heures, mais une submersion continue de huit jours leur fut fatale. A la dose de 1 pour 8,000, le savon mou a été inefficace, mais le pétrole, à la dose de 1 pour 4,000 agit comme larvicide, si son action persiste pendant quarante-huit heures. La naphtaline (1 pour 8,000) tua toutes les larves, ainsi que tous les adultes qui sortirent des pupes le premier jour et 50 pour cent de ceux qui sortirent le second jour ; par contre, elle n'eut aucun effet sur les pupes même. A la dose de 1 pour 4,000, les larves, pupes et adultes fraîchement éclos, furent détruits.

Employées sous forme d'émulsions, les substances ci-dessus ont été plus efficaces et moins coûteuses, qu'utilisées telles quelles. Toutes les larves et pupes furent tuées par une émulsion de pétrole et de savon mou, à la dose de 1 pour 16,000 ou par une émulsion de pétrole, savon mou et naphtaline, à la dose de 1 pour 20,000.

L'eau de mer hâte l'éclosion des œufs et détruit, en moins d'une heure les larves qui en sortent. Par contre, des pupes complétèrent leur développement, après une submersion de 16 heures dans l'eau salée. L'eau de mer pourrait être employée dans les villes côtières, pour rincer les gouttières, conduites d'égout, rigoles, etc., après nettoyage.

Expériences sur l'action du chlore et du lysol.

Des essais, en vue de déterminer l'action larvicide du chlore dissous dans l'eau, furent faits en 1915, au laboratoire d'Accra (Côte d'Or) par M. J. W. Scott Macfie (126). Des lots de cinquante larves de *Stegomyia fasciata* furent introduits dans de petites quantités (trois litres environ) d'eau de robinet claire et d'eau contenant de la vase, des herbes, etc., et formant le milieu habituel de développement des larves.

Le chlore fut ajouté, sous forme de solution à 1 pour 550. Aucun effet ne fut produit sur les larves, lorsque la proportion de chlore dans l'eau était d'un pour 250,000 ; de même, lorsqu'elle fut successivement concentrée à un pour 62,500, à un pour 50,000 et à un pour 25,000, mais à un pour 10,000, il eut un effet très net sur les larves se trouvant dans l'eau de robinet, qui moururent toutes au bout de deux heures, ainsi que quelques-unes de celles qui se trouvaient dans l'eau sale. Au bout de 24 heures, la destruction était complète. Quelques *Cyclops* (petits crustacés) furent également tués. Il ne semble pas qu'en pratique, le chlore puisse servir de larvicide, même s'il était possible après la mort des larves, d'enlever celui en excès, à l'aide d'un substance purificatrice.

En ce qui concerne le lysol, des essais ont été faits par M. A.-J. Salm (179), aux Indes Néerlandaises. L'addition de 1 pour 3,200 de lysol a tué des larves de moustiques qui se développaient dans les baquets d'un hôpital. L'addition de 1 pour 5,000 de sulfate de cuivre, avec une quantité suffisante d'acide sulfurique pour éviter la précipitation, tua également les larves, mais n'empêcha pas l'éclosion des œufs. Le sulfate de cuivre ne communique pas, comme le lysol, un goût spécial à l'eau de boisson qui pourrait, dans la suite, être versée dans le récipient.

Essais d'autres larvicides.

Tabac. — M. W. B. Herms (90) a expérimenté l'action larvicide de *décoctions de tabac*, et il a trouvé qu'elles sont très efficaces, mais trop coûteuses pour être employées en grandes quantités. Appliqué à l'eau dans la proportion d'une partie pour 750, le *sulfate de nicotine* tue toutes les larves et pupes. Au taux de 1 pour 1,000, son action persiste pour les larves, mais elle est douteuse pour les pupes.

Smith a trouvé que le produit appelé « *Nicofume* », ajouté à l'eau, dans la proportion de 1 pour 1,500, tue toutes les larves et pupes. Une destruction plus rapide s'obtient, à la dose d'une partie de nicofume pour 750 parties d'eau.

Sulfate de cuivre. — Ce produit ne convient pas, paraît-il, comme larvicide, mais il est très utile car il détruit les algues qui encombrent

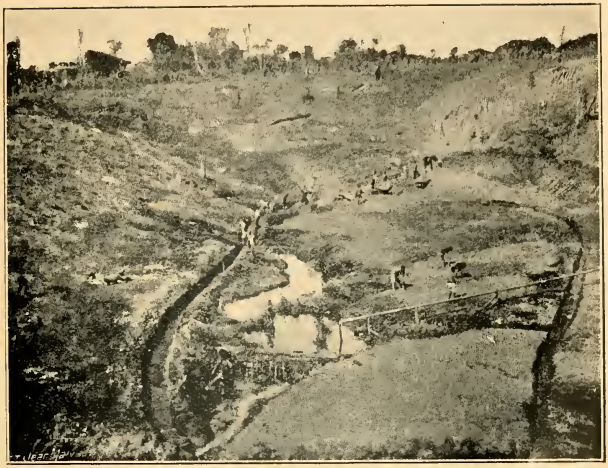


Fig. 89. — Au Katanga. — Drainage des sources marécageuses de la Tshinsenda, qui constituaient auparavant d'excellents milieux de développement des larves de moustiques. (Cliché Leplae.)

Fig. 90. — Au Katanga. — Encore un bon gîte à larves d'*Anopheles*. — Le dembo (vallon marécageux et découvert) de la ferme Marie-José. Ce dembo a été assaini, dans la suite, par drainage. (Cliché Leplae.)

EPANDAGE DU PETROLE SUR LES EAUX DANS LESQUELLES VIVENT LES LARVES DE MOUSTIQUES.

Fig. 91. — Un lieu de développement idéal pour les larves d'*Anopheles*. — L'eau est claire et peu profonde et il y a beaucoup de végétation. — Ce cliché montre également le mode d'emploi du pulvérisateur havre-sac destiné à répandre une mince couche de pétrole sur les mares. (Cliché W.-B. Herms.)

Fig. 92. — Dans la zone du canal de Panama. — Epandage du pétrole, en barquette, le long des berges d'une rivière. — L'accès par la rive est trop difficile, à cause de la végétation. (Cliché J.-A. Le Prince et A.-J.

ÉPANDAGE DU PÉTROLE SUR LES EAUX DANS LESQUELLES VIVENT LES LARVES DE MOUSTIQUES

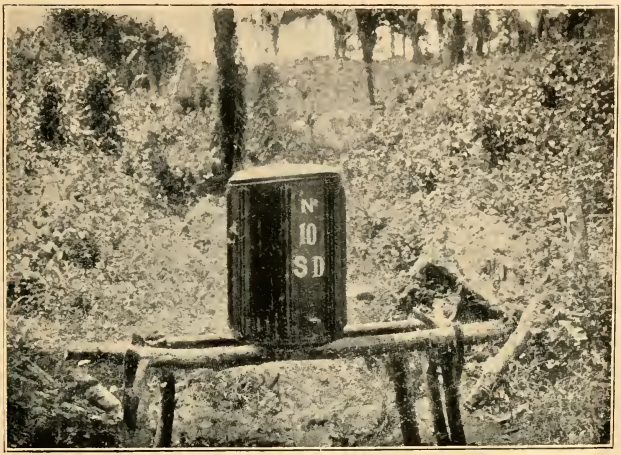
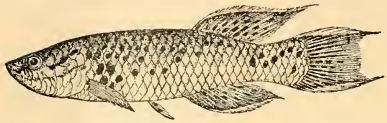


Fig. 93. — Panama. — Appareil à écoulement continu de pétrole, placé sur un ruisseau, en pays accidenté. Excellent système d'épandage du pétrole sur les eaux courantes. (Cliché J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein.)

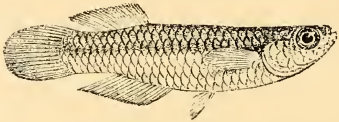
Fig. 94. — Panama. — Epandage du pétrole dans les fossés, le long des routes, à l'aide de charrettes de construction spéciale. — Les Américains n'ont pas regardé aux frais pour lutter contre les moustiques. Ils en ont été remboursés au centuple. (Cliché J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein.)

PETITS POISSONS CONGOLAIS QUI SE NOURRISSENT DE LARVES DE MOUSTIQUES.



a *b*

Fundulus gardneri, Blgr., 60 mm. de longueur. Bas-Niger.
a. Mâle. *b*. Femelle.



Haplochilus pumilus, Blgr., 55 mm. de longueur. Lac Tanganyka.

a *b*

Haplochilus Lujae, Blgr., 45 mm. de longueur. Kasai-Sankuru.
a. Mâle. *b*. Femelle.

Haplochilus multifasciatus, Blgr., 45 mm. de longueur. Kasai.

Haplochilus Hulereaui, Blgr., 35 mm. de longueur. Haut-Congo-Uelé-Lac Mœro.

Haplochilus Katangæ, Blgr., 25 mm. de longueur. Katanga.

Fig. 95. — Quelques-unes des nombreuses espèces congolaises de petits poissons de la famille des Cyprinodontides, qui font leur proie des larves de moustiques. — Ces poissons pourraient être introduits dans les réservoirs et mares qui ne contiennent pas de grands poissons carnassiers. (Clichés reproduits avec l'autorisation de M. G. A. Boulenger.)

certaines eaux stagnantes et empêchent d'appliquer convenablement le pétrole. Les mares couvertes d'algues seront donc traitées au sulfate de cuivre, avant le pétrolage.

Huile de tournesol. — D'après M. A. Celli (53), en Italie, on a conseillé l'emploi de *l'huile de tournesol* comme larvicide. Celle-ci est appliquée à la surface de l'eau, sous forme de nappe, par le moyens de chiffons ou morceaux de toile imbibés d'huile. Il est surtout à conseiller d'utiliser ce produit dans les jardins pour les cuves, bassins et autres réservoirs à eau et, en général, partout où il est désirable d'éviter l'odeur désagréable du pétrole.

Cylline. — Deux autres larvicides utilisables pour de petites agglomérations d'eau, ont encore été recommandés. Ce sont :

a) La cylline commerciale. Une cuiller à thé ou plus par gallon (4 litres 54) d'eau. L'eau, remuée à l'aide d'un bâton, doit rester laiteuse ;

b) Goudron de houille : 1 pinte (0.57 litre) ; térébenthine, 1 pinte et savon mou, 1 once (28 gr.). Ajouter de l'eau pour faire 2 gallons. La quantité sera suffisante pour traiter efficacement 300 gallons d'eau.

Camphre. — Pour les petits réservoirs à larves de moustiques, M. Zetek (215) écrit que l'expérience a démontré l'efficacité, comme larvicides, d'une petite quantité de camphre ou de para-dichlorobenzine ($C^6 H^4 Cl^2$).

Dans les petits fossés entourant les planches à fleurs, cette dernière substance sera employée sous forme de poudre, à raison d'un à deux grammes par planche. Le traitement sera appliqué une fois par semaine en hiver et tous les dix jours en été. Dans les petits récipients, tels que vases à fleurs, etc., la même quantité de para-dichlorobenzine, ou bien de camphre solide ou en poudre, sera introduite tous les quinze jours. Pour les bénitiers des églises, un peu de camphre solide est préférable.

Trioxyméthylène. — Nous lisons dans les C. R. de l'*Académie des Sciences de France* (juin-juillet 1920), que M. E. Roubaud (178) a recommandé l'emploi, comme larvicide, du trioxyméthylène en poudre. Cette substance, éparpillée uniformément à la surface de l'eau, tue toutes les larves d'Anopheles qui la dévorent. Elle a, en fait, une double action sur ces larves ; elle les paralyse et préserve leurs tissus de la décomposition.

Les étangs, etc., peuvent être traités à intervalles réguliers, pour empêcher le développement des Anopheles adultes, car cette poudre ne rend pas l'eau inutilisable ni ne l'empoisonne pas pour les bestiaux ou les poissons. L'opération devra être exécutée autant que possible par un temps chaud et ensoleillé, lorsque l'activité alimentaire des larves est à son maximum.

Acide picrique. — Ayant constaté, en visitant une fabrique de mélinite en juillet 1918, que les larves d'*Anopheles* peuvent vivre dans de l'eau fortement teintée par les boues de l'usine, MM. J. Feytaud et E. Gendre (65) entreprirent des expériences en vue de déterminer la résistance des larves à des solutions d'acide picrique à

divers degrés de concentration. Il fut constaté, notamment, que la résistance de l'*Anopheles maculipennis* est supérieure à celle de l'*A. bifurcatus*. Les larves de *Culex* sont également résistantes. En pratique, pour constituer un bon larvicide, l'acide picrique pur doit être employé à la dose d'un d'acide pour 8,000 d'eau.

Formules diverses de M. Kirk. — M. H.-B. Kirk (106) recommande les formules larvicides suivantes qui peuvent être employées dans la proportion de 1 pour 32,000 :

1° Savon mou, 100 parties ; huile légère de pétrole, 440 parties ; eau, 100 parties ; soude caustique, 80 parties. L'huile de pétrole doit être ajoutée lorsque le mélange des autres substances a été chauffé à 100° C. Le produit final est une gelée épaisse qui peut être rendue liquide par dilution dans l'eau ;

2° Savon mou, 20 parties ; huile légère de pétrole, 50 parties. Donne un savon épais, ayant l'aspect d'une gelée ;

3° Huile de ricin, 50 parties ; soude caustique, 15 parties ; eau, 20 parties ; huile légère de pétrole, 170 parties. L'huile de ricin et la soude caustique sont d'abord bouillies ensemble pour faire un savon jaune-verdâtre, auquel le pétrole est ajouté. L'émulsion qui en résulte est un liquide clair qui se conserve bien.

Poudres et infusions végétales. — D'après M. J.-K. Thibault (204), du bureau d'entomologie du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, des expériences ont permis de découvrir un larvicide moins cher que le pétrole brut et convenant pour les pièces d'eau des jardins, les étangs à poissons et les rizières. Ce larvicide consiste en diverses poudres végétales. Celle de pyrèthre est trop chère et son action purement mécanique. Des mauvaises herbes et graminées de presque toutes les espèces croissant dans le voisinage furent séchées et, réduites en poudre suffisamment fine, donnèrent de très bons résultats. Il n'est pas nécessaire de choisir une espèce particulière. Une bonne poudre s'étale rapidement et uniformément, même si elle est jetée par poignées. Il convient cependant mieux de l'appliquer sous forme de jet. Une livre de poudre peut couvrir de 3,500 à 4,000 pieds carrés. Cette poudre n'est efficace que pendant quelques minutes, mais elle est si fatale aux larves que celles-ci meurent en quelques instants, même si on les transporte immédiatement dans une eau non traitée. Complètement mouillée, la poudre perd son efficacité. Les espèces de larves à siphon gros et court sont aisément tuées, celles à siphon long et mince, *Culex sp.*, sont plus résistantes.

D'autre part, M. W.-M. Aders (2) signale qu'à Zanzibar des essais ont été faits en vue de déterminer l'action larvicide des feuilles vénéneuses d'un arbuste : *Tephrosia vogeli*. Toutes les larves placées dans une solution à 1 p. c. de pulpe faite de feuilles, moururent en 12 heures. Toutefois, avant d'essayer cette substance sur une grande échelle, l'action sur les animaux domestiques doit être expérimentée.

Tourteau de nitre. — Le tourteau de nitre a été employé depuis la guerre comme larvicide. C'est un sous-produit de la fabrication du fulmicoton, un sulfate acide de soude impur, contenant environ 30 p. c. d'acide libre. Cette substance étant solide et partiellement granulée, se dissout lentement. M. F.-P.W. Hough (91) dit que des

essais faits avec du tourteau de nitre ont prouvé que celui-ci tue presque toutes les larves, mais n'empêche pas l'éclosion des œufs de moustiques.

Les graminées et mauvaises herbes autour des mares sont également détruites par l'acide.

M. C. W. Metz (146) fait remarquer que le tourteau de nitre ne convient que là où il n'y a pas de danger d'empoisonner les personnes ou les animaux domestiques.

Xanthates. — Suivant M. F.-M. Howlett (98), des recherches faites aux Indes ont prouvé que les xanthates étaient très toxiques pour les larves de moustiques.

Cyanure de potassium. — Sir R. Ross et M. Edie ont préconisé le cyanure de potassium comme larvicide. A la dose de 1 pour 300,000, il s'est montré efficace envers les larves de *Culex* et d'*Anopheles*. Le cyanure était mélangé à du savon et le tout comprimé en tablettes.

M. Taylor (201), qui a expérimenté ce larvicide, dit qu'à la dose préconisée par Ross et Edie, il détruit les œufs et les jeunes pupes de moustiques, mais n'est pas aussi nuisible aux larves. Il doit évidemment être employé avec précautions et dans des eaux non potables.

M. E. Teichmann (202) a constaté que les larves peuvent être tuées par la présence du gaz cyanhydrique au dessus de la surface de l'eau ou par la dissolution de la cyanamide de soude dans l'eau. Une solution à 1 pour 100,000 fraîchement préparée détruit larves et pupes en 24 heures. Le gaz formé se diffuse rapidement dans l'air. Les occasions d'employer ce larvicide sont évidemment peu fréquentes.

La dose indiquée par Ross et Edie (1/300,000) a été essayée à Ceylan, mais il fut trouvé qu'une concentration beaucoup plus forte, 1 pour 37,000, était nécessaire et, à cette dose, l'emploi du cyanure est dangereux.

Enfin, d'après les essais faits par M. H. Priestley (165) au Queensland, l'efficacité du cyanure de potassium comme larvicide est accrue par l'addition de très petites quantités d'acide sulfurique.

Créosote. — D'après M. C.-W. Metz (146), des essais ont été faits aux Etats-Unis pour utiliser les huiles de créosote comme larvicide. Le créosote raffiné et le créosote commercial de couleur noire et de consistance plus épaisse que le pétrole brut, sont appliqués sous forme d'un jet vaporisé en brouillard, à l'aide d'une petite pompe à main automatique, de la contenance d'un demi-gallon. Ce brouillard tombe à la surface de l'eau et y flotte. Une quantité remarquablement petite de cette matière, bien appliquée, tue les larves d'*Anopheles*. Le créosote étant toxique pour les poissons et animaux domestiques, devra être employé avec précaution.

Crésol. — M. Hendley (87), parlant de la malaria dans le Punjab (Indes), dit qu'une faible solution de crésol saponifié, introduite dans de petites agglomérations deau, détruit rapidement les larves d'*Anopheles*, mais a moins d'action sur les pupes qui, plus résistantes, ne sont tuées qu'après 24 minutes.

MM. J.-F. Mayne et W.-R. Jackson (143), dans une étude sur les larvicides expérimentés en Macédoine, recommandent le crésol. Employé au millionième ou même au dix-millionième, il tue toutes les larves de *Culex ;* celles d'*Anopheles* demandent des solutions plus fortes. Les pupes sont plus résistantes que les larves, mais le crésol agit surtout sur les radeaux d'œufs et sur les petites larves nouvellement écloses, qui sont tuées par une dose d'un de crésol pour 100 millions d'eau.

Destruction de la nourriture des larves.

Dans la lutte contre les moustiques aux stades larvaires, l'attention des chercheurs s'est principalement portée sur la destruction directe des larves. Mais il existe un moyen détourné qui, dans certains cas, pourrait se montrer efficace, c'est la destruction de la nourriture des larves. D'après le Dr W.-M. Graham, les larves de moustiques demandent, pour vivre et se développer, une quantité constante d'une nourriture spéciale, consistant habituellement en petites algues d'eau douce et, comme nous l'avons déjà dit, en traitant de l'alimentation des larves, certaines de ces algues sont très sensibles aux changements de densité et de teneur en sels solubles de l'eau et probablement aussi à la quantité de lumière qui pénètre jusqu'à elles et à la longueur d'ondes de celle-ci.

Les larves d'*Anopheles (Pyretophorus) costalis*, par exemple, se développent dans de l'eau rendue partiellement opaque par la matière en suspension et qui contient des algues mobiles. La matière en suspension n'est pas éliminée par une centrifugation, mais peut être précipitée par addition à l'eau de 3 pour cent de sel de cuisine. Par la précipitation, l'eau devient claire, les algues mobiles deviennent stationnaires, leur cytoplasme transparent se dissout dans l'eau et les chloroplastes (corpuscules chlorophylliens) tombent au fond du récipient. A la suite de la suppression de leur nourriture habituelle, les larves contenues dans ce milieu deviennent cannibales et se dévorent entre elles.

Les moyens de destruction de la nourriture des larves n'ont pas encore été étudiés, au point de vue de leur application pratique. Des recherches de ce genre demanderaient, au préalable, une connaissance exacte des algues d'eau douce africaines, sujet sur lequel on ne possède malheureusement encore que fort peu de renseignements (*).

(*) Dans les *U. S. Public. Health Reports*, n° 32, du 8 août 1919, M C. W. Metz (147) donne quelques renseignements sur des recherches faites en vue de supprimer les larves en détruisant leur nourriture.

Il fut de suite évident que cette opération était impossible, par suite de la grande diversité des aliments qui conviennent aux larves. Les observations furent faites sur les *Anopheles punctipennis Say, A. quadrimaculatus Say* et *A. crucians Wied.*

La variété des matières alimentaires était si grande qu'il fut jugé inutile de les dénombrer ou de les classer en matières animales ou végétales en organismes vivants ou en substances mortes.

Les essais ont démontré qu'au plus l'eau est pure et stérile, au plus elle convient aux larves d'*Anopheles*, pourvu qu'une quantité suffisante de nourriture y soit présente.

Culture de certaines plantes aquatiques pour la destruction des larves.

Les lentilles d'eau (*Lemna* spp.) (*), lorsqu'elles recouvrent entièrement la surface des eaux des mares, étangs, marais, fossés, etc., peuvent faire disparaître les larves de moustiques en les empêchant de venir respirer à la surface.

M. le professeur Laveran a rappelé, dans son *Traité du Paludisme*, 2e édition (p. 546), que Centenni et Orta ont proposé de se servir de la lentille d'eau pour la destruction des larves. Et il ajoute : « Il est possible que ce procédé puisse être utile dans quelques cas particuliers. »

M. le Dr F. Regnault (167) relate dans le *Bulletin de Pathologie exotique*, de Paris, n° 10, de 1919, qu'en 1917, étant mobilisé à Ajaccio, en Corse, il fit des essais de culture de lentilles d'eau dans des mares à eau claire, possédant une grouillante population de larves, parmi lesquelles celles d'*Anopheles*. Il jeta dans ces mares un peu de bouse de vache et de crottin de cheval, puis les ensemença avec quelques lentilles. Celles-ci se multiplièrent, foisonnèrent, et les larves de moustiques disparurent. Quand les matières organiques furent épuisées, les lentilles périrent.

M. le Dr Regnault conclut en disant qu'il serait donc facile de cultiver les lentilles d'eau. Dans la lutte contre le paludisme, cette culture serait avantageuse pour les grandes mares où l'emploi du pétrole est coûteux. La disparition des lentilles d'eau serait une des causes de l'apparition du paludisme dans les pays ravagés par la guerre.

M. B. Galli Valerio (72), dans ses observations sur les *Culicidæ*, fait également la remarque qu'à Vidy (Lausanne), sur le lac de Genève, la lentille d'eau *Lemna palustris*, joue un rôle important en enrayant le développement des *Culicidæ*.

D'autre part, M. Fermi, C. (64), signale dans les *Annali d'Igiene*, de Rome, du 30 avril 1917, que *Lemna palustris* fournit un moyen efficace de couvrir la surface de l'eau, là où le pétrole ne peut être employé. Il est facile de semer cette plante aquatique ; il suffit d'en jeter une poignée par dix mètres carrés pour obtenir une couverture complète en trois à quatre semaines.

Enfin, M. E. Mac Gregor (136) signale l'emploi possible, comme destructrice des larves de moustiques d'*Azolla filiculoïdes*, une plante aquatique de la famille des fougères, récemment introduite du Canada en Angleterre. Cette plante s'étend très rapidement, couvrant complètement la surface de l'eau par une masse spongieuse de feuilles compactes. Il fut observé que les *Anopheles* ne pondaient pas dans un réservoir d'expérience couvert d'*Azolla filiculoïdes*, alors qu'ils pondent volontiers dans d'autres réservoirs contenant d'autres espèces de plantes aquatiques.

ENNEMIS DES LARVES ET PUPES DE MOUSTIQUES.

Les principaux ennemis des larves et pupes de moustiques sont les poissons. Ce sont eux qui, au point de vue pratique, présentent la plus grande importance. Viennent ensuite les oiseaux d'eau, puis les animaux inférieurs : larves d'insectes, petits crustacés, etc.

(*) Il existe en Belgique cinq espèces de *Lemna* : *Lemna trisulca*, *L. minor*, *L. Gibba*, *L. polyrrhiza*, et *L. arrhiza*.

Introduction de poissons culiphages.

Certains poissons, ordinairement de petite taille, son très utiles en réduisant le nombre des larves et conséquemment aussi le nombre des moustiques ; ils diminuent ainsi les chances de transmission à l'homme des maladies communiquées par ces insectes.

Il est donc à conseiller, dans certains cas, lorsque, par exemple, il est impossible de traiter les milieux de développement des larves d'*Anopheles* par les substances larvicides ou par le drainage, d'y introduire des poissons culiphages.

Mais tous les réservoirs où les larves de moustiques se développent ne sont pas toujours habitables pour les poissons ; ils sont souvent trop petits ou peu accessibles. Avant donc d'introduire ces derniers, il faut vérifier si le milieu leur convient. (*)

Dans le choix des poissons susceptibles d'être placés dans les eaux où les larves se développent, l'on sélectionnera surtout les espèces qui, par leur nature, sont spécialement adaptées à ces milieux. Certaines formes seront principalement utiles dans les petites pièces d'eau artificielles et les réservoirs ; d'autres conviendront mieux pour les fossés, les mares vaseuses et les bords enherbés des rivières et des lacs. Certains poissons vivent dans l'eau douce, d'autres dans l'eau saumâtre ou salée, et quelques-uns sont capables de s'adapter également aux divers milieux. On donnera la préférence, pour l'introduction, aux espèces indigènes ou à celles acclimatées dans la région ; aux espèces qui se multiplient rapidement, supportent bien les conditions les plus variées et ont, par conséquent, une distribution étendue, et surtout aux espèces qui recherchent naturellement leur nourriture, en des localités où les larves abondent et qui la prennent à la surface, où elles trouvent les œufs, larves et pupes des *Anopheles* et *Culex*.

Introduction des « Millions ».

En fait, les poissons ayant fait leurs preuves, comme destructeurs de larves de moustiques, sont encore peu nombreux. Le plus connu de ces poissons est le « Millions », qui a pour habitat naturel les eaux douces et saumâtres du Vénézuéla, de la Guyane, de Trinidad et des petites Antilles (Sainte-Lucie, Saint-Vincent, la Barbade, la Grenade, etc) (**). Son nom scientifique exact est *Lebistes reticulatus*, mais cette espèce a été également décrite sous les noms de *Girardinus poeciloides* (Barbade), *Girardinus guppyi* (Trinidad), et *Poccilia reticulata* (Vénézuéla). Les femelles de « Millions » sont vivipares ; les mâles sont plus petits que les femelles et possèdent des marques ornementales, alors que les femelles ont une coloration uniforme. Les « Millions » sont très prolifiques et leurs portées se succèdent à des intervalles de quelques semaines.

D'après les notes de M. le Dr Nicholls (156), le « Millions » est

(*) M. Mc Donald W. M. (134) a observé à Antigoa (Antilles) que, malgré l'abondance des petits poissons dans les eaux libres de certaines mares, les larves de moustiques pullulaient dans les herbes et la végétation qui encombraient les bords. Il en conclut que ces derniers doivent être tenus propres pour que les petits poissons puissent remplir leur rôle culiphage.

(**) Le nom vulgaire de ces poissons « Millions » a sans doute pour originaire leur phénoménale abondance dans les eaux qu'ils fréquentent.

excellent pour les grands tonneaux et réservoirs d'eau de pluie, et il n'a aucune action nuisible sur leur contenu. L'eau d'un réservoir d'une capacité de 5,000 gallons, dans laquelle un certain nombre de ces poissons avait vécu pendant un mois, fut trouvée, à l'analyse, suffisamment pure pour être utilisée comme boisson.

M. Nicholls a fait, à Sainte-Lucie (Antilles), des expériences intéressantes sur l'adaptation des « Millions » à divers milieux et sur leur pouvoir de destruction des larves. En voici un résumé :

1) — Une vingtaine environ de poissons pêchés dans les marais de Gros Islet furent introduits dans deux vieux tonneaux remplis d'eau. Dans ces tonneaux, M. Nicholls éleva, avec succès, plusieurs milliers de petits « Millions » qui furent, dans la suite, distribués en divers endroits ;

2) — Au commencement, ces poissons ne pouvaient rester en vie dans des réservoirs en fer. Toutefois, en mélangeant un peu d'eau provenant de réservoirs rouillés, avec une grande quantité d'eau de pluie et en augmentant graduellement dans la suite le pourcentage d'eau rouillée, M. Nicholls obtint des « Millions » qui s'acclimatèrent et se multiplièrent très bien dans des réservoirs en fer ;

3) — De la même façon, l'expérimentateur réussit à accoutumer ces poissons à l'obscurité ;

4) — En ajoutant graduellement de l'eau provenant de marais saumâtres, les « Millions » s'adaptent également à ce nouveau milieu ;

5) — M. Nicholls eut très difficile à maintenir en vie et à multiplier ces poissons dans de l'eau à une température de 38° C. et plus. Il y réussit en changeant continuellement l'eau, en ajoutant de la nourriture fraîche et en exposant, chaque jour, aux rayons du soleil. Il eut également des difficultés avec les températures basses, mais l'expérience a prouvé, d'une façon concluante, que les « Millions » peuvent être graduellement accoutumés à des variations thermométriques allant de 38°6 à 12°75 C. Il est, de plus, fort possible que ces poissons puissent résister à des températures encore plus élevées ou plus basses, si celles-ci sont amenées d'une façon graduelle et en y mettant le temps voulu ;

6) — N. Nicholls plaça six « Millions » dans un récipient à pétrole rempli d'eau et contenant de nombreuses larves de moustiques ; le jour suivant, ces larves étaient toutes dévorées. Il ne changea pas l'eau ; au bout de trois semaines, il y avait 23 poissons. Peu après, certains d'entre eux moururent. Ils avaient ainsi vécu et s'étaient multipliés dans deux ou trois gallons d'eau non renouvelée et stagnante ;

7) — Il est très difficile de donner des chiffres exacts quant au pouvoir destructeur des « Millions », car les poissons, ainsi que les larves de moustiques, varient grandement de taille. Ce pouvoir est toutefois énorme, M. Nicholls ayant constaté que deux ou trois « Millions » peuvent rapidement détruire toutes les larves d'un

réservoir contenant 10,000 gallons d'eau, et tenir dans la suite, cette eau complètement exempte de vies animales. (*)

Les « Millions » ont été expédiés de la Barbade dans les autres îles des Antilles, ainsi qu'à Guayaquil (Equateur), en Guyane anglaise, à la Jamaïque, à Bolivar (Vénézuéla), etc., en vue d'y réduire le nombre de moustiques. Plusieurs envois de ces poissons ont été également faits en Afrique du Sud, à l'initiative de la « South African Anti-Malarial Association ». Deux lots reçus successivement à la « Transvaal Trout Acclimatisation's Hatcheries », à Potchefstroom, et à la « Pongola Rubber Estate Co », au Zoulouland, n'ont malheureusement pas réussi, mais, par contre, un lot expédié aux établissements de pisciculture de Stellenbosch s'est bien développé, et les résultats obtenus font espérer que ces poissons pourront s'acclimater en Afrique du Sud et être introduits, prochainement, dans les cours d'eau des régions malariées.

On a également essayé d'introduire les « Millions » à la Côte occidentale d'Afrique, mais malheureusement les sujets sont morts en route. Il ne faut pas perdre de vue, toutefois, que ces poissons vivent dans des îles où la faune aquatique est limitée et qu'ils auront bien plus difficile à se maintenir dans les eaux africaines, riches en espèces ichtyophages, et où la lutte pour l'existence est, par conséquent, plus âpre que dans leur contrée d'origine. Du reste, comme nous le verrons plus loin, il ne manque pas de petits poissons africains et même congolais qui font leur proie des larves de moustiques. (**)

Les Top-Minnows. Les Top-Minnows sont d'autres petits poissons très recommandables pour la lutte contre les moustiques. Ils sont vivipares et habitent le Mississipi et les eaux fraîches et saumâtres de la Floride et du Texas. Leur nom scientifique est *Gambusia affinis* et ils appartiennent à la famille des *Poeciliidae* (voir fig. 96). Ils supportent très bien la captivité, sont actifs, se nourrissent à la surface et recherchent leurs aliments parmi la végétation et les débris, le long des berges des cours d'eau et étangs qu'ils habitent. Ils sont très petits et peuvent, par conséquent, pénétrer dans les eaux très peu profondes, très près des rives ou des sources, en des endroits inaccessibles aux poissons de plus

(*) D'après M. H. A. Ballou M. Sc., entomologiste du Département impérial d'Agriculture pour les Indes occidentales anglaises, les Millions bien nourris ne sont pas voraces, mais lorsqu'il sont depuis plusieurs jours à jeûn, ils deviennent d'une grande avidité. Un très petit poisson peut attaquer une grande larve de moustique complètement développée et finir par la capturer après de multiples efforts. Même lorsqu'ils sont gorgés jusqu'à distension, les Millions affamés continuent à faire des efforts frénétiques pour capturer les larves, jusqu'à ce qu'ils ne soient plus capables d'avaler leur dernière proie.

La femelle de Millions complètement développée, mesure de 35 à 40 millimètres de longueur ; le mâle est beaucoup plus petit.

(**) Le Département impérial d'agriculture pour les Indes occidentales anglaises a publié, en 1908-09, plusieurs brochures intéressantes sur les Millions et leur utilisation pour la destruction des larves de moustiques. Deux d'entre elles ont été rédigées par M. H. A. Ballou M. Sc., le savant entomologiste du département. En voici les titres : *Millions and Mosquitos*, by H. A. Ballou M. Sc., 16 p., *Imperial Department of Agriculture for the West-Indies*, Pamphlet, série 55, 1908 ; *Millions and Mosquitos*, by H. A. Ballou M. Sc., 10 p., 4 fig. Rep. from *West-Indian Bulletin*, vol. IX, n. 4, p. 182-90, 1909 ; *Transportation of Millions*, by Fr. Watts, 3 p., 1 fig., *Imp. Dpt. of Agric. for the West-Indies.*

grande taille. Comme nous l'avons dit, ils sont vivipares, et au moment de la naissance, les jeunes sont donc suffisamment développés pour échapper à la plupart des dangers encourus par les alevins de poissons ovipares. Leur faculté de s'adapter à des conditions très variées, de pénétrer en des endroits hors d'atteinte des autres poissons

Fig. 96. — *Gambusia affinis*, ou Top-Minnows. — Mâle à gauche, femelle à droite. — Grandeur naturelle. — Poissons culiphages nord-américains, recommandables pour l'introduction dans les eaux infestées par les larves de moustiques. (Cliché Radcliffe).

et leurs mœurs générales, font des Top-Minnows une des meilleures espèces de poissons à introduire dans les eaux infestées par les larves de moustiques : *Anopheles*, *Culex*, etc.

Les essais d'introduction de *Gambusia affinis* aux îles Hawaii, faits en 1905, ont parfaitement réussi. Plusieurs centaines de milliers de poissons ont été élevés et distribués dans les étangs et mares de l'archipel. Ils ont débarrassé l'eau des larves de moustiques et des masses d'œufs de *Culex pipiens* flottant à la surface.

D'après M. A Seale (182), en 1915, 24 de ces poissons acclimatés ont été envoyés d'Honolulu aux îles Philippines. Il y en avait, en 1918, plusieurs milliers dans les cours d'eau et marais de ces îles. Le *Gambusia affinis* se maintient dans les etangs, malgré la présence d'espèces voraces, telles que *Micropterus salmonoides* et les poissons indigènes *Ophiocephalus striatus* et *Therapon argenteus*. Il n'y a pas de doute, ajoute M. A. Seale, que, dans quelques années, ils auront réduit le nombre de moustiques et qu'ils contribueront pour beaucoup à éliminer la malaria des îles Philippines.

A Rio de Janeiro (Brésil), une espèce de Top-Minnow a également été utilisée par le Service Public de Santé et a été placée dans les tanks et autres réservoirs, là où l'emploi du pétrole était impossible. (*)

(*) M. S. F. Hildebrand (99) dans le n. 21 des *Public Health Reports* (U.S.A.), (23 mai 1919) publie certaines observations sur la valeur des poissons culiphages et spécialement du Top-minnow, *Gambusia affinis*. Partout, où ce poisson a été introduit, les larves ont été exterminées en un laps de temps très court, sauf dans le cas où un abri suffisant leur était fourni par les feuilles ou tiges des plantes submergées.

Le nombre de poissons requis pour éliminer les larves d'une pièce d'eau est plus petit lorsque cette pièce d'eau est libre de végétation aquatique et autres abris.

Les plantes qui offrent la protection la plus efficace aux larves, et qui, par conséquent, doivent être enlevées, sont une graminée aquatique *Hydrochloa caroliniensis*, une espèce de *Myriophyllum* et des algues.

Autres poissons culiphages américains.

En juillet 1915, le *Bureau of Fisheries* du Département du Commerce des Etats-Unis, a publié un étude très intéressante de M. Lewis Radcliffe, scientific Assistant (166), sur les poissons qui détruisent les larves des moustiques. M. Radcliffe y donne une liste avec description, des principales espèces de poissons qu'il serait possible d'introduire dans les eaux américaines infestées par les œufs, larves et pupes des moustiques. Certaines d'entre elles ont déjà fait leurs preuves ; d'autres sont proposées, parce que leurs mœurs générales sont semblables à celles d'espèces reconnues utiles.

L'auteur cite notamment, parmi les poissons habitant les eaux douces, diverses espèces de *Fundulus* (voir fig. 97), *(F. diaphanus, F. dispar,, F. notatus, F. chrysotus, F. nottii)*, le *Gambusia affinis*

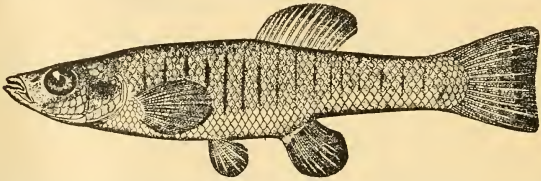


Fig. 97. — *Fundulus diaphanus*. — Femelle. — Poisson culiphage nord-américain. — Grandeur naturelle. (Cliché Radcliffe.)

(Top-Minnow), l'*Heterandria formosa*, le *Mollienisia latipinna*, les *Enneacanthus obesus* et *gloriosus*, le *Mesogonistius chaetodon*, le *Centrarchus macropterus*, les *Lepomis cyanellus* et *gibbosus*, l'*Elassoma zonatum*, le *Notemigonus crysoleucas*, le *Labidesthes*

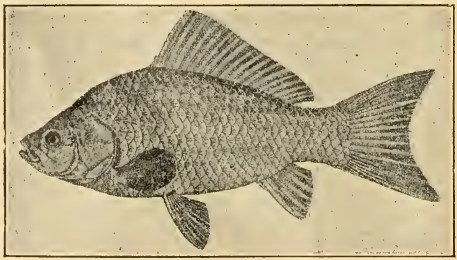


Fig. 98. — *Carassius auratus*. — Le poisson rouge ou poisson doré ordinaire. — Excellent pour détruire les larves de moustiques. S'acclimate et se propage partout avec facilité.

siculus et le *Carassius auratus*. Ce dernier (voir fig. 98) — le poisson rouge ou poisson doré ordinaire — est extrêmement recommandable, à cause de la facilité avec laquelle il détruit les larves de moustiques dans les fontaines, les petits bassins artificiels qui ne sont pas trop

encombrés par la végétation, les réservoirs et même les citernes (*). Comme poissons d'eau saumâtre ou salée, la liste comprend également divers *Fundulus (F. majalis, F. heteroclitus, F. similis)*, deux *Lucania (L. parva* et *L. venusta)* et *Cyprinodon variegatus* (**).

Procédés de conservation et de transport des poissons culiphages.

Dans la brochure précitée, M. L. Radcliffe (166) donne également d'utiles indications sur les meilleurs procédés à adopter pour la conservation en vie, le transport et l'introduction dans les réservoirs, des petits poissons culiphages.

Les poissons seront facilement pêchés, à l'aide de petits filets ou de sennes à mailles serrées. On les introduira ensuite dans des bidons à lait, remplis d'eau, d'une capacité de dix gallons (46 litres), en prenant tous les soins possibles pour éviter de les endommager. Un récipient de cette capacité peut facilement contenir 200 poissons de moins de 12.5 cm. de longueur, ou 100 de 12.5 à 20 centimètres. La cargaison sera expédiée aussitôt que possible et sera accompagnée par un surveillant, chargé de veiller à ce que l'eau reste de température uniforme et à ce qu'elle soit bien aérée et changée aussi souvent que nécessaire, pour tenir les poissons en vie et dans de bonnes conditions. Dans les régions tempérées, il vaut mieux choisir, pour le transport, le printemps ou l'automne que le milieu de l'été. Le messager sera muni d'un thermomètre, d'un puisoir, d'un seau de fer d'une capacité de quatre à cinq gallons (18 à 22.5 litres), d'un tuyau de 2 cm. de diamètre et d'une longueur de 1.25 m. à 1.50 m., devant servir comme siphon, et d'une certaine quantité de glace, si l'on craint des températures élevées pendant le voyage. L'eau peut être aérée en en prenant une petite quantité à la fois dans le récipient contenant les poissons, et en la laissant retomber d'une hauteur de 60 cm., ce qui entraîne de l'air jusqu'au fond du bidon. On peut encore siphoner une partie de l'eau dans le seau et l'aérer complètement, de la façon indiquée, avant de la reverser dans le bidon. Si la température de l'eau est trop élevée, elle peut être abaissée en ajoutant de la glace à l'eau siphonée dans le seau, et en la ramenant ainsi à la température normale.

Le nombre de poissons à introduire dépend de la superficie de l'agglomération d'eau à traiter. En tout cas, il vaut mieux en mettre trop que trop peu. Dans un petit étang ou lac, il faudra mettre,

(*) D'après M. le Dr G. A. Boulenger, F.R.S., conservateur au British Museum, il résulte de toutes les expériences faites, que c'est le poisson doré ou poisson rouge ordinaire, qui est le plus recommandable pour la destruction des larves de moustiques.

(**) D'après M. C. H. Kennedy (105), un petit minnow : Cyprinodon macularius, abondant dans les étangs peu profonds et les fossés de Californie, peut être utile comme culiphage, car il se nourrit de petits insectes aquatiques et de larves de Diptères, spécialement de larves de Chironomides. Des minnows d'autres espèces ont été introduits, avec grand succès, aux îles Hawaü, en vue de combattre la propagation des moustiques.

Suivant M. W. C. Loftin, les ennemis les plus actifs des larves de moustiques en Floride sont les minnows *Gambusia affinis et Chaenobryttus gulosus*.

Enfin, d'après M. F. E. Chidesder (36), l'ennemi le plus vorace des larves de moustiques dans les eaux saumâtres ou salées, est l'espèce américaine *Fundulus heteroclitus*. Ce poisson dévore malheureusement des larves de *Dytiques (Dysticus)* et les punaises d'eau *(Notonecta)*, qui sont elles-mêmes de grands destructeurs de larves de moustiques, mais le nombre de ces insectes ainsi détruits est négligeable. Ce *Fundulus* émigre en vastes hordes de l'océan dans les eaux saumâtres et même dans les eaux presque douces. Les œufs peuvent être artificiellement fécondés et les jeunes embryons sont remarquablement vigoureux, ce qui facilite beaucoup leur introduction dans les cours d'eau et les marais.

au minimum, une centaine de petits poissons pour obtenir un bon résultat.

Poissons culiphages indiens et malais.

D'après M. H. C. Wilson (212), les espèces suivantes de poissons indiens font leur proie des larves de moustiques. Toutes les espèces de *Chela*, spécialement les plus petites ; toutes les espèces de *Rasbora ;* les petites espèces de *Barilius ;* toutes les espèces d'*Haplochilus* et les petites espèces de *Barbus* (convenant toutes pour les réservoirs, grands étangs et marais). Pour les rizières, les puits et les petits étangs, toutes les espèces de *Chela*, *Haplochilus* et *Polyacanthus*, ainsi que le *Therapon jarbua*, sont à conseiller.

M. W. R. Mac Donald recommande également, parmi les poissons indigènes de la région de Madras : trois espèces d'*Haplochilus* très voraces, des *Chela*, *Rasbora daniconius* et *Therapon jarbua*. Cette dernière espèce n'est pas très répandue, mais elle est très utile. Une expérience de peuplement des nombreux puits et réservoirs servant à l'irrigation, faite conjointement au pétrolage et à l'enlèvement des mauvaises herbes, a donné de bons résultats. (*)

Enfin, en ce qui concerne la Malaisie, notons que N.-H. Swellengrebel et J. M. H. Swellengrebel-de Graaf (198) ont signalé récemment dans le *Journ. of Trop. Med. and Hyg.*, de Londres (1er avril 1920), que dans l'archipel malais existent plusieurs espèces de petits poissons culiphages, notamment l'*Haplochilus panchax* et, en moindre abondance, l'*Ophiocephales striatus* et le *Dangila cuvieri*.

Ces petits poissons sont peu utiles dans les eaux salées ; par contre, dans les eaux douces et surtout dans les rizières, ils peuvent rendre des services. (**) (***).

(*) Le col. H. Hendley (87) dans son rapport sur la malaria au Punjab durant l'année 1916, signale cependant qu'à Katas, dans la citerne sacrée, les larves de moustiques abondaient à côté d'innombrables poissons *(Cirhina latia* et *Barbus terio)* qui, surtout lorsqu'ils sont jeunes, sont culiphages. Une constatation analogue fut faite dans les bassins des jardins de Shalamar, à Lahore, où des poissons culiphages avaient été artificiellement introduits. Dans ces mêmes bassins, des canards n'empêchèrent nullement la multiplication des larves d'*Anopheles*.

D'après M. T. Southwell *(Ann. Trop. Med. and Parasit.*, Liverpool, nov. 1920), les plus importants poissons culiphages des eaux douces des Indes, sont les *Haplochilus panchax*, *H. melastigma* et *H. lineolatus*. Il y a également de nombreuses espèces de moindre importance, tels que : les *Ambassis nama*, *A. ranga*, *Badis badis*, *Barbus sp.*, *Anabas scandens*, etc.

(**) M. A. Peryassu, dans *Saúde* (Rio-de-Janeiro) de mars-avril 1919, cite comme ennemis naturels des larves de moustiques, un certain nombre de poissons brésiliens, tels que les *Girardinus caudimaculatus*, *Poecilia vopora*, *Glaridodon januarius* et *Jenynosia lineata*.

(***) M. E.E. Austen (7), signale parmi les mesures prises contre les moustiques en Palestine, au cours des campagnes de 1917-18, l'introduction d'un poisson culiphage *(Tilapia nilotica)*.

M. A. W. J. Pomeroy (164), parlant de la prophylaxie de la malaria en 1918-19 à Dar-es-Salam (Afrique orientale), écrit qu'au point de vue pratique, les poissons culiphages qui conviennent le mieux sont les Top-minnows, ainsi que les *Tilapia nilotica*, *T. ovata*, *T. natalensis*, *T. mossambica*, *Electris fusca*, *Gobius guvius*, *Fundulus guentheri*, *Ambassis commersoni* et *Mugil macrolepis*. Six poissons suffisaient pour un réservoir fortement infesté, d'une capacité moyenne de 200 pieds cubes.

Enfin, d'après la *Revue Horticole de l'Algérie* (janv.-févr. 1920), (221), les poissons ornementaux culiphages qui conviennent le mieux pour les aquariums et pièces d'eau en Algérie, sont le *Cyprinodon iberus* et diverses espèces de *Chromis*, *Hemichromis* et spécialement de *Macropodus*. Le *Macropodus paradisi* s'élève facilement en captivité. Les adultes sont nourris de viande finement hachée et les allevins d'infusoires qui se développent sur des laitues mises dans un sac de mousseline et plongées dans l'eau.

Poissons culiphages africains.

Avant toutefois de tenter d'introduire et d'acclimater dans les eaux congolaises, les petits poissons culiphages de l'Amérique, des Indes ou d'autres contrées, il faut que des recherches sérieuses soient faites au sujet des espèces culiphages africaines et surtout indigènes au Congo belge. M. le Dr G. A. Boulenger, F. R. S., conservateur au British Museum, qui a décrit une bonne partie des espèces africaines de poissons d'eau douce, et notamment la majorité des espèces congolaises nouvelles, a bien voulu nous signaler qu'il existe de nombreuses formes africaines de petits Cyprinodontes, proches parents des *Girardinus* (Millions), et qui ont, sans doute, des mœurs similaires.

Dans son important *Catalogue of the Fresh Water Fishes of Africa*, Vol. III, M. le Dr G.-A. Boulenger (21) a décrit un grand nombre de petits poissons africains de la famille des *Cyprinodontidae*, appartenant aux genres *Cyprinodon*, *Tellia*, *Fundulus*, *Haplochilus*, *Procatopus* et *Lamprichthys*.

Les genres *Cyprinodon* et *Tellia* ne se rencontrent qu'en Afrique du Nord. Par contre, dix-huit espèces de petits poissons du genre *Fundulus* vivent dans les eaux douces et saumâtres de l'Afrique centrale et méridionale, quoiqu'aucune n'ait encore été signalée au Congo belge. Une des espèces les plus intéressantes, est *Fundulus gardneri* Blgr., récoltée dans le Bas-Niger et dont nous représentons les deux sexes, fig. 95.

C'est le genre *Haplochilus* qui compte les petites espèces africaines de poissons, les plus intéressantes à notre point de vue, car elles font toutes, probablement, leur nourriture des larves de moustiques. On connaît actuellement, en Afrique, 42 espèces d'*Haplochilus*, dont les 18 suivantes ont été signalées au Congo belge :

Haplochilus pumilus (55 mm.).—Lacs Tanganyika et Victoria (voir fig. 95);
H. Christyi (50 mm.).—Rivière Lindi;
H. Ferranti (50 mm.).—Kasai;
H. cameronensis (55 mm.).—Gabon, Bas-Congo;
H. Lujae (45 mm.)—Kasai (voir fig. 95);
H. sexfasciatus (100 mm.)—De Liberia au Congo;
H. Decorsii (40 mm.).—Ubanghi;
H. elegans (40 mm.).—Haut-Congo;
H. striatus (40 mm.).— Ogowe et Congo portugais;
H. spilauchen (70 mm.).—Bas-Congo;
H. Hutereaui (35 mm.).—Uele-Haut-Congo-Lac Moéro (voir fig. 95);
H. moeruensis (34 mm.).—Lac Moéro;
H. Katangae (25 mm.).—Katanga (R. Lubumbashi près d'Elisabethville) (voir fig. 95);
H. macrostigma (55 mm.).—Embouchure du Congo (Boma);
H. nigricans (47 mm.).—Uele (Dungu)-Haut-Congo;
H. multifasciatus (45 mm.).—Kasai (Kondue) (voir fig. 95);
H. Chevalieri (48 mm.).—Stanley-Pool;
H. singa (45 mm.)—Boma.—R. Lindi.

Les genres *Procatopus* et *Lamprichthys* ne comptent respectivement chacun qu'une espèce : *Procatopus nototaenia* du Cameroun et du

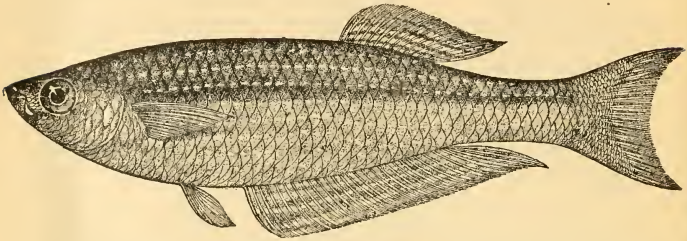


Fig. 99. — *Lamprichthys tanganicanus*. — Poisson culiphage de la famille des *Cyprinodontides* (135 mm. de longueur). — Récolté à Mpala, sur le lac Tanganyika.

Bas-Niger, et *Lamprichthys tanganicanus* (135 mm.), récolté dans le Lac Tanganyika (voir fig. 99).

La mission américaine Lang-Chapin (*), rentrée en 1917 aux Etats-Unis, après un séjour de près de six années dans notre Colonie, a également récolté cinq formes d'*Haplochilus* congolais, dont une espèce nouvelle : *Haplochilus platysternus* (20 à 35 mm.), pêchée à Stanleyville, dans de petits ruisseaux forestiers se déversant dans la Tshopo. Les quatre autres espèces étaient déjà connues. Ce sont : *H. elegans* (Stanleyville, Faradje et Medje) ; *H. spilauchen* (Zambi, dans les marais herbeux bordant le fleuve) ; *H. multifasciatus* (Stanleyville, pools d'une rivière forestière, affluent de la Tshopo) et *H. singa* (Stanleyville).

En Afrique occidentale (Yaba, près de Lagos), le Dr W. M. Graham (78) a noté l'absence complète de larves de moustiques dans des mares qui convenaient très bien à leur développement, mais qui contenaient de nombreux petits poissons de l'espèce *Haplochilus Grahami*. Ces petits poissons, d'environ 50 mm. de longueur, sont très agiles, vivent dans des mares de quelques mètres carrés d'étendue et dévorent voracement les larves de moustiques. Ils possèdent la faculté de sauter à une distance d'un ou deux pieds et de passer ainsi d'une mare à l'autre. Ainsi chaque flaque d'eau, en marais ou terrains inondés, peut être visitée par les *Haplochilus Grahami* et débarrassée des larves. Des expériences ont prouvé à M. Graham que si ces poissons sont placés, au nombre d'une douzaine, dans un récipient contenant une centaine de larves de moustiques, celles-ci disparaissent en une heure. Les pupes, par contre, n'ont pas été attaquées, probablement parce que ces poissons ne sont pas accoutumés à les voir, les larves qui habitent les mêmes eaux qu'eux, ne parvenant, sans doute, jamais à ce stade de développement.

(*) *Fresh-water Fishes of the Congo Basin obtained by the American Museum Congo Expedition*, 1900-1915, by J. Treadwell Nichols and Ludlow Griscom. — Bull. of the Americ. Mus. of N.H., Vol. XXXVII, Art. XXV, pp. 653-756, 26 nov. 1917.

Comme en Afrique, la plupart des agglomérations naturelles d'eau contiennent des poissons-chats et autres poissons prédateurs, qui détruisent tous les petits poissons, ce n'est que dans les mares ne contenant pas de grands poissons que l'introduction des *Haplochilus* pourra réussir. Ces *Haplochilus* et leurs congénères pourront également être essayés dans les tonneaux, réservoirs et tanks d'eau de pluie, à condition de les empêcher, par un dispositif approprié, de sauter hors de ces récipients.

Il est en tout cas certain qu'il existe dans les eaux douces de notre Colonie, de nombreuses espèces de petits poissons qui pourraient utilement être employés comme destructeurs de larves de moustiques. Des recherches s'étendant à tous les ennemis des stades larvaires des moustiques seraient donc très utiles ; elles ne comprendraient pas seulement la détermination des espèces, mais également l'étude de leurs mœurs et des expériences d'introduction dans les réservoirs artificiels, en régions malariées (*).

Oiseaux aquatiques. L'utilisation des oiseaux aquatiques pour la destruction des larves de moustiques a été depuis longtemps préconisée. Suivant Friedrichs, les canards, tout comme les poissons, débarrassent les étangs des larves, et Sambon (180) a signalé, en 1902, les avantages que présentent, à ce point de vue, les poules d'eau.

En 1913, M. le Dr Gebbing, directeur du Jardin Zoologique de Leipzig, a proposé d'employer le canard sauvage *(Anas boscas)*, comme destructeur de larves. Dans un article paru dans « *Frankfurter Zeitung* » *(«Eine neue Art der Muckenbekampfung »)*, il cite plusieurs cas absolument probants et insiste sur la nécessité de protéger cet oiseau. Tout récemment, le Dr S. G. Dixon, inspecteur sanitaire en Pensylvanie, a fait ressortir par une expérience intéressante l'utilité des canards dans la lutte contre la propagation de la malaria. Deux digues furent établies dans un cours d'eau, à proximité l'une de l'autre, de façon à ménager aux larves de moustiques deux réservoirs de développement identiques. Dans un de ces réservoirs, vingt canards furent lâchés, l'autre réservoir étant, par contre, protégé contre les oiseaux aquatiques, mais amplement pourvu de poissons rouges. Le résultat fut que, pendant plusieurs mois, il n'y eut aucune larve dans le premier bassin, tandis qu'elles abondaient

(*) D'après M. J. C. Legendre, (112), à Madagascar, une station a été récemment établie à Antananarivo, en vue d'élever deux variétés de carpes qui se nourrissent de larves d'*Anopheles* et qui proviennent, l'une de France et l'autre de la Réunion. Il paraîtrait également que le *Carassius auratus* (le poisson rouge), introduit dans les rizières, s'y multiplie rapidement, par suite de la haute température et de l'abondance des larves. L'auteur signale que, dans un cas, le nombre de poissons passa en cinq mois, de 1,300 à 18,000.

D'autre part, d'après M. A. F. Kennedy (104), l'utilisation de poissons culiphages a donné de bons résultats en Gambie (Afrique occidentale anglaise), et il a été prouvé que l'introduction de poissons dans les puits est une meilleure mesure prophylactique que le placement de couvercles de toile métallique. Onze poissons, six de dix centimètres de long et cinq de cinq centimètres, ont dévoré, en une journée, 2,100 larves, dans un drain contenant une couche de dix centimètres d'épaisseur d'eau. En un cas, deux poissons dévorèrent trente larves en trois minutes. Toutes les expériences signalées par M. Kennedy, tendent à prouver que, si les poissons sont convenablement traités, leur capacité de destruction des larves de moustiques est très grande.

dans le second. Les canards ayant été finalement admis dans ce dernier, détruisirent larves et pupes en 48 heures.

Ajoutons toutefois, au point de vue de l'utilité des canards, que M. F. C. Bishop (17) fait remarquer que si ces oiseaux sont confinés dans des cours à sol humide, ils font des trous qui constituent d'excellents réservoirs de multiplication pour les moustiques, et sont fréquemment cachés par les herbes.

Têtards. — Insectes aquatiques.

Les têtards de batraciens, de même que les batraciens adultes, dévorent probablement une bonne quantité de larves de moustiques. A Panama, toutefois, la présence de têtards ne réduisait pas le nombre des larves dans les mares, et l'observation n'a pas, jusqu'à présent, démontré leur utilité.

M. A. C. M. Chandler (34), de la station expérimentale agricole de l'Orégon (U. S. A.), a recommandé l'emploi, comme culiphages, des salamandres *Notophtalmus torosus* de l'ouest des Etats-Unis, et *Notophtalmus viridescens* du Nord-Est.

L'emploi de *N. torosus* est à conseiller, parce que cette salamandre n'a pas d'ennemis, qu'elle peut vivre dans presque toutes les eaux, sauf celles qui sont trop sales, et dans toute espèce de récipients, depuis le bocal jusqu'au lac, et qu'elle possède une capacité alimentaire énorme, combinée avec la faculté de pouvoir jeuner pendant de longues périodes. Son élevage est lent, mais son transport et sa distribution sont faciles.

Il est indiqué d'introduire cette salamandre dans les tonneaux à eau de pluie, réservoirs, biefs de moulins, bassins ornementaux, fossés d'irrigation, ainsi que dans les rizières de Californie.

Divers Coléoptères aquatiques et leurs larves (Dyticidés et Gyrinidés), ainsi que les larves aquatiques carnassières de Névroptères (Libellules, Ephémères, etc.), détruisent beaucoup de larves de moustiques et peuvent être très utiles dans les agglomérations d'eau où les poissons ne peuvent vivre.

Il ne semble pas cependant que, dans la plupart des cas, leur introduction soit nécessaire, car ces insectes ont une distribution très étendue et sont suffisamment capables par eux-mêmes, dans leur stade adulte ailé, de rechercher les pièces d'eau qui conviennent au développement de leur progéniture. Par conséquent, leur absence d'une mare signifierait, semble-t-il, tout simplement que, pour une raison ou l'autre, ce milieu n'est pas favorable à leurs larves. Il n'en est pas ainsi pour les poissons, qui ne disposent pas de moyens de dispersion aussi complets.

Les punaises d'eau, du genre *Notonecta*, détruisent également les larves de moustiques. Leurs mœurs culiphages ont déjà été signalées par Willcocks, à Khartoum (*).

(*) M. J. W. Scott Macfie (131) note qu'à Accra (Côte d'Or), les ennemis naturels des larves de moustiques sont très nombreux, les principaux étant des têtards, des Notonectides, des Coléoptères aquatiques et des larves de libellules et d'éphémères.

MM. Geiger J. C. et Purdy W. C. (74), parlant des rizières de l'Arkansas, disent que les larves carnassières, principalement d'*Hydrophilus, Dytiscus* et de quelques

M. S. A. Smith (192) a souvent observé que les larves aquatiques de Chironomidés (Diptères), qui se construisent un tube entre les filaments d'algues, dévorent les larves d'*Anopheles punctipennis* Say.

De même, les larves de certaines espèces de moustiques, loin d'être nuisibles, sont très utiles, en dévorant leurs congénères appartenant à d'autres espèces. Tel est le cas, d'après M. F. W. Edwards (60), pour le *Toxorhynchites brevipalpis Theob*, fort répandu dans toute l'Afrique, et pour le *Culex tigripes* Grp.

Les larves des *Megalorhinina* sont toutes prédatrices. D'après Peryassu et Bourroul, celles des espèces brésiliennes vivent dans les petits récipients et les creux d'arbres et se nourrissent exclusivement de larves de moustiques. Les *Megalorhinina* forment un groupe de moustiques facilement reconnaissables à leur grande taille, leur coloration brillante et leur longue trompe recourbée.

Autres ennemis des larves. — Maladies et parasites.

Certains crustacés d'eau douce sont également culiphages. M. le Dr Nicholls (156) a observé à Ste-Lucie (Antilles), un petit crustacé indéterminé, du sous-ordre des Décapodes, qui fait sa proie des larves dans les petites mares des régions montagneuses. Six de ces animaux, placés dans un récipient contenant plusieurs centaines de larves de moustiques, les dévorèrent toutes en un jour.

D'autre part, aux Indes, M. H. C. Wilson (212) a signalé, comme laisant leur proie des larves, des petits crustacés du genre *Daphne*, ainsi, du reste, que les larves et adultes de *Dyticidés* et le *Notonecte glauque*.

Un ver du genre *Planaria* est également un ennemi des larves de moustiques. M. A. B. Lischetti (122), qui relate cette découverte dans « *Physis* », de Buenos-Ayres (déc. 1919), dit que des expériences furent faites avec 100 cc. d'eau potable, dans lesquels six vers *Planaria*, introduits, reçurent 108 larves de *Culex* de 3 à 4 mm. de longueur ; en quatre heures, 106 de ces larves avaient été dévorées. Ces mêmes six *Planaria*, transférés dans un autre récipient contenant 200 larves de *Culex* de 4 à 5 mm. de longueur, les attaquèrent immédiatement, les dévorant successivement, avec de courtes périodes de repos. A minuit, nombre de larves étaient mortes ou mourantes, et, le matin suivant, à 8 heures, toutes avaient disparu ou étaient accolées au fond ou aux parois du récipient.

libellules, y sont assez abondantes pour enrayer quelque peu la propagation des moustiques.

M. Waterston J. (208), parlant de la distribution des moustiques en Macédoine, dit que parmi les larves récoltées avec celles des moustiques, beaucoup étaient culiphages; divers Odonates, Ephémérides, *Chrysops*, ainsi que la népe cendrée et le notonecte glauque.

M. S. G. Rich (168) signale que dans plusieurs rivières et étangs de l'Afrique du Sud qu'il a examinés, il ne trouva que très peu de larves de moustiques, lorsque les nymphes de libellules y étaient abondantes. D'autre part, dans les districts où les moustiques étaient nombreux, il n'y avait que très peu de libellules.

Enfin, M. Chidesder F. E. (37), parlant des dytiques comme destructeurs de larves de moustiques, dit que dans des expériences de laboratoire, une larve de dytique introduite dans un petit bocal contenant des larves de moustiques, en détruisit 434 en deux jours. Toutefois, ces larves carnassières, qui peuvent réduire le nombre de larves de moustiques là où elles sont très abondantes, sont incapables de les faire disparaître complètement.

Les mœurs alimentaires de ces *Planaria* sont ainsi décrites par M. Lischetti :

« Les larves de moustiques sont attaquées lorsqu'elles sont suspendues à la surface de l'eau pour respirer et qu'elles restent immobiles pendant quelques secondes. Le ver applique un des lobes latéraux de sa tête au siphon de la larve, auquel il adhère à l'aide de la substance visqueuse dont il est recouvert. Si la larve essaie, à l'aide de ses pièces buccales, de se dégager, celles-ci adhèrent également au ver, qui, aussitôt qu'il a saisi sa proie. plonge avec elle jusqu'au fond du récipient. Il troue ensuite un des segments et suce tout le contenu du corps de la larve, ne laissant que la tête et la peau. Les larves adultes, à cause de leur force, et les pupes, à cause de leur vivacité, peuvent presque toujours échapper aux attaques des *Planaria*.

Avant de pouvoir déterminer si ce ver pourrait être utilement employé comme agent de destruction des larves de moustiques, des renseignements plus détaillés quant à ses mœurs, sa distribution, sa résistance aux diverses conditions de milieu, etc., sont nécessaires.

— Les larves de moustiques sont également sujettes à certaines maladies occasionnées, soit par des vers, soit par des protozoaires ou encore par des organismes végétaux : diatomées, algues et champignons. D'après M. Nicholls (156), des larves infestées par ces derniers organismes ont une apparence maladive ; elles manquent d'agilité, sont difformes et ont perdu une partie de leurs poils ; elles meurent d'habitude ou, si elles survivent, la durée de leur développement est, en tout cas, fort prolongée.

Le Capitaine J. A. Sinton (190) a signalé récemment un parasite Trématode des moustiques *Anopheles*, notamment d'*A. funestus*, var. *Listoni* et d'*A. culicifacies*. Le ver était présent chez les deux sexes de moustiques et également dans les larves d'*A. culicifacies* et d'*A. Willmori*. Les moustiques mâles étaient beaucoup plus fortement envahis que les femelles. (*)

D'après MM. W. S. Patton et F. W. Cragg (161), à Madras, le *Culex fatigans* Wied est communément infecté par l'*Herpetomonas culicis*. Les mâles de *Culex fatigans* se groupent souvent durant le jour, près des agglomérations d'eau situées à l'écart et y attendent les femelles venant d'éclore. Leurs déjections contenant les parasites tombent dans l'eau. Les *Herpetomonas* pénètrent avec les aliments dans l'intestin des larves. Ils sont encore présents durant la nymphose et passent dans l'imago, où ils achèvent leur évolution et produisent des formes capables d'infecter les larves de la seconde génération.

Les larves du *Stegomyia fasciata* sont aussi très souvent infectées

(*) M. M. B. Soparkar (193) signale dans *Indian Jl of Med. Research de Calcutta*, qu'il lui a été possible d'infecter artificiellement des *Anopheles* et jusqu'à un certain point des *Culex*, avec des Trématodes encystés, trouvés sur les nageoires de certains poissons d'eau douce, ainsi que dans le corps de mollusques, principalement de *Planorbis exustus*.

Toutefois, le développement de ces Trématodes ne semblait pas se poursuivre dans le corps de l'hôte.

par une espèce d'*Herpetomonas*, ainsi que par un *Spirochaete*, ces deux organismes se trouvant dans les tubes de Malpighi.

D'autre part, M. J. W. Scott Macfie (128) a récolté, en avril 1916, à Accra (Côte d'Or), des larves de *Stegomyia* infectées par un champignon, formant des masses brunes dans le thorax ou l'abdomen et qui a été identifié comme une espèce de *Fusarium*.

Une autre infection cryptogamique des larves de *Stegomyia fasciata* s'est produite dans un petit récipient où ces larves étaient élevées. Elles étaient couvertes d'une masse ondulante d'hyphae, ne pénétrant pas dans le corps, mais contrariant les mouvements et la mue.

Il s'agissait ici de deux formes de champignons, une espèce de *Nocardia* et une autre forme indéterminée.

Enfin, en ce qui concerne les bacilles, il a été constaté, au cours de recherches expérimentales faites en 1917 par M. C. Garin (73), qu'un bacille, le bacille de Loutraz, occasionnait une épidémie mortelle parmi les larves d'*Anopheles maculipennis* et d'*A. bifurcatus*. La virulence de ce bacille était à son maximum lorsqu'il venait d'être isolé de larves mortes. Les larves s'infectaient au cours de la respiration à la surface de l'eau, où le bacille se multipliait.

Il reste à vérifier si cet organisme est aussi fatal aux larves d'*Anopheles* dans leur milieu naturel que dans des récipients de laboratoire, et si la contamination artificielle des gîtes à larves d'*Anopheles* donnerait des résultats pratiques.

Enfin, nous attirons l'attention sur l'utilité qu'il y aurait à faire, dans notre Colonie, des recherches sur les ennemis inférieurs (insectes, crustacés, vers, maladies et parasites) des larves de moustiques.

MODE D'EXÉCUTION DES MESURES ANTILARVAIRES.

Il est difficile aux particuliers d'entreprendre l'élimination en grand des larves de moustiques, en vue de débarrasser une région de la fièvre malariale. Les travaux nécessités par le drainage des terrains marécageux, et l'emploi en grand des substances larvicides sont, en effet, trop coûteux et trop étendus pour être généralement à la portée des possibilités individuelles. Les sociétés immobilières, minières ou de chemins de fer, et surtout les municipalités et le Gouvernement, seront mieux à même d'exécuter ces mesures d'intérêt général, nécessitant des dépenses assez élevées et beaucoup de main-d'œuvre (*).

(*) Les dépenses entraînées par l'exécution parfaite des mesures antilarvaires dans une localité malariée, comprennent :

1. Les frais d'administration : dépenses des commissaires, appointements et dépenses de l'inspecteur et de ses délégués ainsi que des commis;
2. Les frais d'inspection : dépenses faites pour la recherche des réservoirs de développement des larves, comprenant, durant la saison de reproduction des moustiques, un examen bimensuel de tout le territoire contaminé.
3. Les frais de destruction des larves, comprenant toutes les dépenses entraînées par les opérations de drainage, comblement, épandage de pétrole, débroussements et nettoyages, introduction de poissons, etc., nécessaires pour l'élimination des réservoirs de développement.

Mais s'il est difficile à un particulier : colon ou fermier, d'empêcher les moustiques de se multiplier dans la région qu'il habite, il peut, tout au moins, veiller à ce que les larves ne se développent pas chez lui, de même qu'il peut se protéger efficacement, ainsi que sa famille et ses serviteurs et ouvriers, contre la piqûre des moustiques adultes. Nous avons indiqué précédemment, toutes les mesures à prendre dans ce but ; les principales sont l'élimination de toutes les petites agglomérations d'eau artificielles ou naturelles se trouvant sur sa propriété et le placement d'écrans de toile métallique aux portes, fenêtres et autres ouvertures des habitations.

L'organisation des efforts individuels, c'est-à-dire la coopération de tous les propriétaires d'un district où règne le paludisme, peut également aboutir à des résultats efficaces. Une telle association pourra, soit prendre l'initiative de certaines mesures générales d'assainissement, soit amener les services officiels à les entreprendre (*) (**). Finalement, là où le problème de la lutte contre la malaria est une question vitale pour la région, les habitants indifférents ou négligents, devront être forcés par la loi d'adopter les précautions indispensables contre la propagation et la piqûre des moustiques. Si l'on a su prendre, en Afrique du Sud notamment, des mesures draconiennes pour protéger le bétail contre certaines maladies contagieuses transmises par les tiques, à plus forte raison pourra-t-on prendre de semblables mesures pour protéger les populations contre la fièvre malariale, transmise par les moustiques (***).

Précautions à prendre contre la malaria lors de la construction des chemins de fer.

Nous attirons spécialement l'attention sur ce point, d'importants travaux de chemin de fer étant projetés au Congo belge.

Depuis longtemps, il est reconnu que les travaux publics, et spécialement la construction des chemins de fer, augmentent les dangers de malaria, en créant des conditions qui favorisent la multiplication des moustiques *Anopheles*.

(*) Dans le district de Los Molinos, en Californie, la lutte contre les moustiques a été organisée d'une manière originale, par un système de volontariat. Chaque travailleur volontaire fournit gratuitement ses services pour un jour et souvent amène avec lui ses attelages. Ainsi, des fondrières ont été drainées, des dépressions comblées et du pétrole a été répandu sur les mares d'eau stagnante.

(**) Pour la constitution et l'organisation d'associations anti-malariales, on pourra consulter avec fruit la petite brochure publiée par l'Association antimalariale de l'Afrique du Sud et intitulée : *How to form and carry on local Anti-Malarial Associations* (Publ. n° 7, P. O. Box. 2879, Johannesburg, Afrique du Sud (222). Cette brochure a été publiée en anglais et en néerlandais.

(***) M. le Dr J. Rodhain (170), dans ses observations médicales recueillies parmi les troupes coloniales belges pendant leur campagne en Afrique orientale (1914-1917), parues dans le *Bull. de la Soc. de Path. exot.* de Paris de mars 1919, dit que la malaria fut la cause d'un fort pourcentage de mortalité parmi les indigènes.

Les territoires du Ruanda-Urundi consistent principalement en pâturages élevés, montagneux, habités par des indigènes habitués à un climat relativement froid, où la malaria est rare ou absente et qui savent par expérience que lorsqu'ils descendent dans les plaines, ils en reviennent avec une fièvre tenace, qu'ils redoutent. Durant la campagne de 1917, un certain nombre de ces indigènes furent employés comme porteurs par les troupes belges ; mais ce système dut rapidement être abandonné, par suite de la proportion élevée de décès et de cas de maladie causés par une malaria de la forme tertiaire maligne.

M. R. C. Dérivaux (49) a étudié ce problème dans les *U. S. Public Health Reports*, n° 31, du 2 août 1918.

Parmi les conditions favorables à la propagation des *Anopheles*, il faut citer : le creusement d'excavations non drainées, à proximité des chantiers ou des localités densément peuplées ; la création de fossés latéraux sans écoulement suffisant ; la construction de conduits voûtés et de travaux en maçonnerie contrariant l'écoulement naturel des eaux ; l'installation de réservoirs et tanks non étanches, mal protégés contre l'accès des moustiques ou sans dispositif pour l'élimination du trop plein ; l'établissement de quais où stagnent les eaux de pluie faute de pente, etc., etc.

La construction des voies ferrées amène aussi la dissémination de la malaria par les déplacements d'équipes d'ouvriers fortement infectés, qui sont transportés d'un endroit à l'autre et logés dans des wagons où aucune disposition n'a été prise pour empêcher l'accès des moustiques.

Pour résoudre ce grave problème, il faut modifier radicalement les conditions existantes et prendre toutes les mesures nécessaires pour que les nouveaux travaux soient exécutés de façon à éviter la propagation de la malaria. Les dispositions à prendre de ce chef relèvent les unes de la compétence de l'ingénieur, les autres de celle du médecin ou de l'hygiéniste.

Dans le premier groupe sont compris : le drainage ou le comblement des excavations et des terrains en contre-bas, partout où la chose est praticable ; l'assèchement des quais, etc. ; le remplacement et la mise à niveau des conduits voûtés traversant les remblais là où ces conduits ont été mal établis ; le curage et le nettoyage régulier des fossés latéraux (enlèvement des mauvaises herbes et autres obstructions) ; l'épandage de pétrole sur les flaques et pièces d'eau qu'il n'est pas possible d'éliminer, surtout dans les agglomérations et au voisinage de celles-ci, etc.

Les mesures sanitaires comprennent : l'organisation d'une campagne intensive de lutte contre les moustiques dans toutes les localités avoisinant la voie ferrée ; le traitement soigné et complet de tous les cas de malaria, de façon à prévenir le développement de fièvres malariales chroniques et à empêcher les rechutes ; la confection des statistiques indispensables à l'établissement de mesures prophylactiques efficaces ; l'éducation systématique du public ; la prévention de la malaria chez les équipes mobiles d'ouvriers par l'emploi d'écrans de toile métallique protégeant les ouvertures des sleeping-cars et par l'utilisation préventive de la quinine ; la guérison complète des ouvriers avant leur renvoi à l'équipe ; la surveillance sévère des ateliers mécaniques, de ceux de réparation et de construction du matériel roulant, en vue d'éviter la multiplication des moustiques, etc.

L'emploi de semblables mesures sur la « Saint Louis and South Western Railroad », aux Etats-Unis, en 1917, a réduit les cas de malaria de 59.4 pour cent.

Législations antimalariales.

En Italie, le Ministre de la Marine a édicté, le 21 février 1918, une série de mesures prises dans le but d'intensifier la prophylaxie antimalariale sur le front de mer (220).

Des agents sanitaires spéciaux ont été nommés dans les secteurs maritimes de Venise, Tarente et Valona. Leur mission comprenait l'inspection de travaux d'irrigation et l'établissement d'horaires de travail permettant aux ouvriers de retourner dans les localités salubres avant le coucher du soleil ; le curage et le nettoyage des canaux d'irrigation existants, au printemps et en automne ; la recherche des lieux de développement des larves d'*Anopheles ;* l'organisation d'épandages réguliers de pétrole tous les quinze jours ; le placement de couvercles sur les puits et citernes ; l'inscription des personnes souffrant de la malaria ou en ayant souffert au cours des douze mois précédents ; la prophylaxie à la quinine et autres mesures personnelles et l'exécution de tous les petits travaux jugés nécessaires pour protéger les postes militaires contre la malaria.

Ajoutons qu'il existe en Italie, en Grèce et en Roumanie, une législation antimalariale spéciale. D'après M. W. Mollow (150), une loi semblable a été votée, en 1919, en Bulgarie.

CHAPITRE IV.

QUELQUES RÉSULTATS DES MESURES PRISES CONTRE LES MOUSTIQUES.

Les premiers essais de lutte contre les moustiques, en vue de combattre la malaria et la fièvre jaune, furent entrepris au début du présent siècle, à Cuba, par M. le Colonel Gorgas, et dans les colonies britanniques de l'Est, par Sir Ronald Ross.

Les connaissances sur la biologie des moustiques étaient alors moins complètes et moins précises qu'elles ne le sont actuellement. Les moyens de destruction des adultes et des larves, aujourd'hui en usage dans beaucoup de contrées, étaient alors à l'étude et leur mise en pratique chaque jour perfectionnée, suscita bien des difficultés. Néanmoins, les résultats dépassèrent toutes les espérances.

La campagne contre les moustiques à La Havane.

La campagne entreprise à Cuba, par le Colonel Gorgas et ses collaborateurs, fut double. Une partie des efforts fut dirigée vers la destruction du moustique de la fièvre jaune, et l'autre, vers celle des *Anopheles*, propagateurs de la malaria.

La campagne contre la fièvre jaune débuta à La Havane, en février 1901. Les deux principales mesures prises furent la suppression de tous les lieux de développement des larves, à l'intérieur des habitations et dans leurs dépendances, et la destruction des moustiques adultes, par des fumigations à la poudre de pyrèthre.

Pour l'élimination des réceptacles à larves, la ville fut divisée en trente districts, surveillés chacun par un inspecteur assisté de deux aides. La première inspection aboutit à la découverte de 26.000 récipients à eau, servant de lieu de développement aux larves de moustiques et notamment de *Stegomyia ;* leur suppression amena bien vite une diminution correspondante du nombre des moustiques adultes dans les maisons.

Les fumigations furent faites, sur une grande échelle, dans toutes les habitations contaminées ou susceptibles de l'être et dans les hôpitaux. L'expérience démontra que pour une chambre bien calfeutrée, la dose de poudre de pyrèthre à employer, était dd'une livre par mille pieds cubes (25 mètres cubes), avec une durée d'action de trois heures.

Quant à la campagne antimalariale, elle nécessita l'adoption des mesures suivantes, dont la mise en pratique débuta également au commencement de 1901.

En premier lieu, une inspection générale fut faite, afin de rechercher les principaux réceptacles à larves d'*Anopheles*, intéressant La Havane et ses faubourgs. Les plus importantes de ces masses d'eau furent d'abord traitées au pétrole, mais on s'aperçut bien vite, que cette opération était coûteuse et qu'il y avait mieux à faire. La plupart de ces réservoirs furent alors drainés ou comblés, ce qui permit d'augmenter, petit à petit, la superficie sous contrôle. D'autre part, des mesures moins importantes furent également prises, notamment la recherche des mares cachées, l'interdiction d'utiliser durant les pluies, certaines parties de pâturages, afin d'éviter la formation d'empreintes par les sabots des animaux domestiques, le nettoyage de la végétation le long des rives des cours d'eau et des étangs, l'enlèvement des plantes aquatiques, l'introduction de petits poissons, etc.

Résultats des deux campagnes à La Havane.

Les résultats furent rapides et excellents. Un an après le début de la campagne, la fièvre jaune avait disparu de La Havane. L'élimination de la malaria fut plus lente, mais les décès dus à cette maladie ont été réduits dans d'énormes proportions. En effet, il n'y eut, sur une population de 350.000 havanais, que 444 décès, de 1900 à 1910, alors que, durant les dix années précédentes (1890-1900), le nombre de décès dus à la malaria s'était élevé à 5.643. En 1912, il n'y eut en tout, que quatre décès par les fièvres malariales.

Les tableaux ci-dessous nous montrent, d'une façon frappante, les grands progrès hygiéniques obtenus à La Havane, par la mise en pratique des mesures contre les moustiques.

1. — Décès dus à la *fièvre jaune*, à La Havane (Cuba), de 1890 à 1902.

Années	Nombre de décès	Années	Nombre de décès	Années	Nombre de décès
1890	308	1894	382	1898	139
1891	356	1895	553	1899	103
1892	357	1896	1,282	1900	310
1893	496	1897	858	**Début de la campagne**	
				1901	18
				1902	Néant

2. — Décès dus à la *malaria*, à La Havane (Cuba), de 1898 à 1912.

Années	Nombre de décès	Années	Nombre de décès	Années	Nombre de décès
1898	1,907	1903	51	1908	19
1899	909	1904	44	1909	6
1900	325	1905	32	1910	15
1901	151	1906	26	1911	12
1902	77	1907	23	1912	4

La campagne contre les moustiques dans l'isthme de Panama et ses résultats.

Panama est quelque peu considéré actuellement, comme le « La Mecque » de l'hygiéniste. C'est dans la zone du canal, en effet, que les mesures contre la propagation de la malaria et de la fièvre jaune ont reçu leur plus large application. La destruction des moustiques et de leurs larves y a été poursuivie avec une méthode admirable, et les résultats ont entièrement répondu à l'attente.

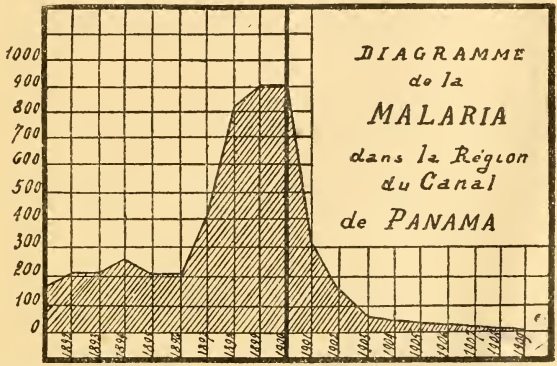


Fig. 100. — Courbe des décès dus à la malaria, dans la région du Canal de Panama, de 1892 à 1909.

De 1892 à 1896, le taux moyen annuel des décès oscille autour de 200.

En 1897, les travaux du canal sont entamés, le nombre d'ouvriers augmente et le taux annuel des décès dus à la malaria monte rapidement, pour atteindre 900, durant les années 1899-1900.

A partir de 1900, les effets des mesures contre les moustiques commencent à se faire sentir et le taux annuel des décès baisse brusquement; il est bien en-dessous de 100 en 1903 et est réduit à presque rien en 1909.

Il est à noter que les cas de malaria non suivis de décès, proportionnellement beaucoup plus nombreux, suivent la même courbe.

Partout dans la zone, les efforts de l'ingénieur ont été secondés par ceux de l'hygiéniste et c'est grâce à cette étroite collaboration que le gigantesque travail de percement de l'isthme a été achevé en un minimum de temps et avec un minimum de pertes de vies humaines.

Deux exemples permettront de se rendre mieux compte de la situation sanitaire de l'isthme, avant la campagne américaine :

Le premier, cité par M. Malcolm Watson (209), se rapporte au temps de l'entreprise française : il paraîtrait que, de 1881 à 1889, la mortalité due à la fièvre jaune, à la malaria et à d'autres maladies, parmi les travailleurs employés par les Français, s'est élevée à 22,189, soit un taux annuel moyen de décès de 240 pour mille.

Le deuxième est plus récent : 1906. Cette année, il y eut parmi les 253 soldats américains stationnant à Camp Elliot, 796 cas de malaria, soit un *taux d'admission aux hôpitaux de 3.315 pour mille*. De même, parmi les 450 hommes stationnés à Mount Hope et prenant une dose de quinine par jour, il y eut 100 pour cent de cas de malaria.

C'est en 1904 que le « Department of Sanitation » de la zone de Panama, commença ses travaux. Ce Département avait à sa tête le colonel (actuellement médecin-général) Gorgas, et était divisé en trois sous-départements, ayant respectivement comme chefs : M. Le Prince (travaux préventifs), le colonel Mason (hôpitaux et dispensaires), et le Dr Darling (travaux scientifiques). L'œuvre accomplie de 1904 à 1914, par ces techniciens et leurs dévoués collaborateurs, mérite tous les éloges. Elle servira de modèle à toutes les entreprises d'assainissement à effectuer sous les tropiques. Les difficultés suscitées par la topographie, les conditions climatériques, les changements constants dus aux travaux de terrassement, le caractère de la population et ses déplacements, ainsi que par les conditions sociales des travailleurs, contribuèrent à rendre la tâche très ardue.

Nous avons, en maints endroits, dans le chapitre précédent, exposé quelles ont été les méthodes adoptées dans la zone du canal, pour détruire les moustiques. Contre le *Stegomyia* de la fièvre jaune, ce furent la suppression des réceptacles artificiels à l'intérieur des habitations et les fumigations. Contre les *Anopheles*, la protection des maisons et autres locaux par des écrans de toile métallique ; la capture des moustiques adultes ; la suppression des agglomérations naturelles d'eau, par nivellement et surtout par drainage à fossés ouverts, souvent renforcés par un bétonnage ; le curage et la régularisation d'écoulement des rivières, ruisseaux, fossés et rigoles ; le traitement des pièces d'eau par aspersion à l'huile lourde de pétrole et l'emploi de distributeurs de pétrole automatiques, empêchant la propagation des larves dans les eaux courantes ; l'utilisation d'un larvicide concentré, efficace, là où le pétrole était sans effet, etc., etc.

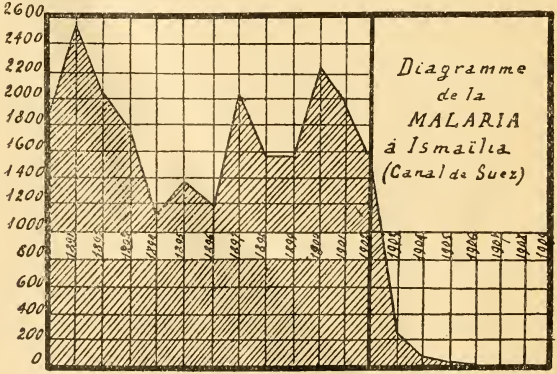


Fig. 101. — Courbe des décès dus à la malaria, à Ismaïlia (Canal de Suez), de 1891 à 1909.

De 1891 à 1902, le taux des décès varie, mais il est toujours très élevé. A partir de 1903, on commence à appliquer les mesures antimalariales; la chute de la courbe est frappante.

En 1906, il n'y a plus de décès dus à la malaria.

Nous n'avons plus à revenir sur ce sujet ; le lecteur trouvera dans l'ouvrage de MM. J.-A. Le Prince et A.-J. Orenstein (117) ; « Mosquito Control in Panama. » que nous avons si souvent signalé, tous les renseignements utiles.

Voyons maintenant les résultats. Les tableaux suivants, relatifs à la malaria, seront plus instructifs à ce sujet, que de longues considérations.

Le premier tableau, nous donne le *taux général de la mortalité* parmi les ouvriers du canal, de 1904 à 1913. Il nous montre que, malgré l'augmentation constante du nombre des travailleurs, le taux des décès n'a cessé de diminuer.

Années	Nombre d'ouvriers	Décès	Taux des décès pour 1000	Années	Nombre d'ouvriers	Décès	Taux des décès pour 1000
1904	6,213	82	13.26	1909	47,167	502	10.64
1905	16,512	427	25.86	1910	50,802	558	10.98
1906	26,547	1,105	41.73	1911	48,876	539	11.02
1907	39,238	1,131	28.74	1912	50,893	467	9.18
1908	43,891	571	13.01	1913	56,654	473	8.35

Le deuxième tableau, nous montre *la baisse qui s'est produite dans le taux annuel des décès dus à la malaria*, de 1907 à 1912, parmi les travailleurs de la commission du canal, divisés en ouvriers américains, autres ouvriers blancs et ouvriers de couleur.

Taux annuel pour mille des décès dus à la Malaria.			
Années	Ouvriers et employés américains	Autres ouvriers blancs	Ouvriers de couleur
1906	—	—	7,80
1907	1,16	4,68	4,15
1908	1,10	5,20	0,98
1909	0,17	3,84	0,73
1910	0,00	2,16	0,93
1911	0,66	3,53	0,57
1912	0,32	1,41	0,23

Le troisième tableau, donne le nombre d'admissions dans les hôpitaux pour cause de malaria, le chiffre total de la main-d'œuvre et le taux d'admission pour mille ouvriers.

Années	Nombre de cas de Malaria	Main-d'œuvre	Taux d'admission par mille
1906	21.739	26,705	821
1907	16,753	39,343	424
1908	12.372	43,890	282
1909	10.169	47,167	215
1910	9.487	50,802	187
1911	8.987	48,876	184
1912	5.623	50,893	110
1913	4.284	56,654	76

Enfin, le quatrième tableau, nous montre, pour l'ensemble des travailleurs, le taux mensuel des admissions aux hôpitaux, occasionnées par la malaria.

Pourcentage mensuel moyen des cas de Malaria parmi les travailleurs		Pourcentage mensuel moyen des cas de Malaria parmi les travailleurs	
1906	6.83 pour cent.	1910	1.55 pour cent.
1907	3.61 "	1911	1.54 "
1908	2.36 "	1912	0.92 "
1909	1.81 "	1913	0.64 "

Si la malaria n'a pas été complètement extirpée de la zone du canal, elle a, en tout cas, été réduite dans de très fortes proportions. C'est là un progrès hygiénique incontestable (*).

Quant à la fièvre jaune, le résultat a encore été plus complet. Depuis la dernière épidémie, qui s'est produite en 1904-05 et qui a occasionné 84 décès pour 246 cas, cette maladie n'a plus fait d'apparition dans la zone de Panama.

(*) Un autre exemple de suppression de la malaria, est celui d'Ismaïlia, sur le canal de Suez. Le nombre de cas de malaria s'y élevait, en 1891, à 2,590 ; en 1897, à 2,089 ; en 1898, à 1,545 ; en 1899, à 1,545 ; en 1900, à 2,284 ; en 1901, à 1,990 et en 1902, à 1,561. Cette année 1902, la campagne contre la malaria fut entamée, et en 1903, le nombre de cas était tombé à 214. En 1904, il n'était plus que de 90 et de 37 en 1905. L'année suivante, la maladie était complètement vaincue et n'a plus reparu depuis. (Voir le diagramme, fig. 101.)

CHAPITRE V.

MÉTHODES DE RÉCOLTE, DE CONSERVATION ET D'ÉTUDE DES MOUSTIQUES

Les recherches scientifiques sur les moustiques, qui ont été faites jusqu'à présent dans notre Colonie, sont peu nombreuses. Rares sont les personnes qui ont récolté des spécimens de ces insectes, et le nombre de déterminations effectué est, par conséquent, très restreint pour l'étendue du territoire. Il est donc probable que beaucoup d'espèces congolaises, ne sont pas encore cataloguées.

Nous ne voulons pas dire par là, que, pour réussir au Congo belge une campagne contre les moustiques, il est indispensable de déterminer, au préalable, toutes les espèces qui attaquent l'homme et de connaître quelles sont celles qui sont susceptibles de transmettre des maladies. Nous savons déjà, qu'en pratique, le moyen le plus simple de lutte consiste à éviter la piqûre de tous les moustiques et à détruire indistinctement tous les insectes adultes qui hantent les habitations et toutes les larves qui pullulent dans les agglomérations d'eau, se trouvant dans un certain rayon autour de celles-ci.

Néanmoins lorsque, dans une région donnée, on entamera la lutte contre les moustiques pathogènes, on évitera beaucoup d'hésitations dans le choix des mesures les plus efficaces, en étant fixé, autant que possible, sur les points suivants, qui demandent des recherches scientifiques :

1.) — Quelles sont les espèces de moustiques adultes qui hantent les habitations ? Présence des *Anopheles* et du *Stegomyia ?*

2.) Parmi les espèces d'*Anopheles* qui hantent les habitations, y en a-t-il qui sont susceptibles de transmettre la malaria ?

3.) — Quel est le pourcentage d'*Anopheles* malariens infectés ?

4.) — A quelles espèces appartiennent les larves de moustiques qui se développent : *a)* dans les petits réservoirs artificiels existant dans les habitations et au voisinage immédiat de celles-ci ; *b)* dans les agglomérations naturelles d'eau, se trouvant dans un rayon de moins d'un mille des localités infectées ?

L'identification des moustiques est un travail à réserver aux spécialistes. Comme ceux-ci résident en Europe, il faudra donc recueillir sur place, des spécimens de moustiques, en nombre suffisant, et leur en faire l'expédition, accompagnés de tous les renseignements complémentaires nécessaires. Pour les larves et pupes, la meilleure méthode consiste à les élever et à recueillir les individus parfaits qui en proviennent, ainsi que les peaux de mue. Ces spécimens seront également expédiés en Europe, pour détermination.

Nous donnons, ci-dessous, certaines indications pratiques pour la récolte, la conservation et l'expédition des spécimens d'individus parfaits, larves et pupes de moustiques. Nous y joignons quelques notes sur la détermination de l'infection des moustiques *Anopheles* et l'élevage des moustiques au laboratoire.

A. — RÉCOLTE, CONSERVATION ET EXPÉDITION DES SPÉCIMENS DE MOUSTIQUES (*).

Objets nécessaires. Les objets nécessaires pour la récolte, la conservation et l'expédition des moustiques sont les mêmes que ceux employés pour tous les diptères. Ils comportent des filets et autres appareils de capture, des boîtes à pilules à fond de verre, des tubes à essai, un flacon à cyanure, quelques pinceaux en poils de chameau (n°s 1 et 2), des pinces droites et incurvées, des aiguilles emmanchées, une bonne loupe de poche, des épingles entomologiques et du liège.

Le filet de chasse sera acheté ou, à défaut, pourra être confectionné d'une des manières suivantes :

a) Courbez en cercle un solide morceau de fil métallique (du fil télégraphique par exemple) et introduisez les deux extrémités dans un bâton. Le cercle aura environ 30 cm. de diamètre. Attachez au fil métallique une poche en mousseline, ayant environ 60 cm de longueur et se terminant brusquement au sommet ; la couture sera laissée du côté extérieur, de façon à ne pas ménager intérieurement une retraite dans l'ourlet pour les moustiques ;

b) Procurez-vous un tube en forme d'Y, dont les deux branches obliques ont un trou d'un calibre plus étroit que celui de la branche principale et tordez ces branches à angle droit. Passez un jonc ordinaire dans les branches obliques et un bâton solide dans la branche principale pour servir de manche. Le jonc est ensuite courbé en cercle auquel on attachera la poche comme indiqué précédemment, la base de celle-ci formant ourlet, au travers duquel le jonc sera passé. Ce dernier modèle constitue un filet portatif, solide et peu coûteux.

La poche sera en gaze verte, en mousseline ou en tulle. La gaze verte devra être bien trempée dans l'eau avant usage, afin d'enlever l'empois d'amidon, dont la raideur abîme les moustiques à organes délicats. Le tulle est plus solide et plus souple, mais plus coûteux. Pour parer aux accidents, l'on emportera une poche de rechange.

Le filet de pêche sera léger et à mailles très serrées. Il pourra être remplacé par une louche ou un autre récipient en émail blanc.

Les boîtes à pilules à fond de verre sont indispensables pour rapporter en vie des insectes aussi fragiles que les moustiques. Les meilleures dimensions varient entre 2.5 et 5 cm. de diamètre. Avant de s'en servir, on percera dans le couvercle, un petit trou, à l'aide d'une

(*) Nous avons consulté, pour la rédaction de ce chapitre : 1° *Handbook of Instructions for Collectors*, British Museum (Natural History), p. 81 et suiv. : « How to collect Mosquitoes ? » ; *Instructions to Collectors*. — Entomological Research Committee (Tropical Africa). — Imperial Bureau of Entomology, London, 1911.

forte épingle. Dans les contrées tropicales, il est à conseiller de revêtir entièrement ces boîtes en carton, avec de la percale, afin d'éviter qu'elles ne soient détériorées par les pluies.

Les tubes à essai serviront au transport des larves et pupes récoltées. Ils serviront aussi à la conservation de celles-ci, dans l'alcool ou le formol. Dans ce cas, les bouchons seront de bonne qualité et recouverts de cire, pour empêcher l'évaporation du liquide conservateur.

Le flacon à cyanure sera, soit acheté, soit préparé sur place. Voici une bonne méthode de préparation, recommandée par l'*Entomological Research Committee (Tropical Africa)*. Dans un flacon à large goulot, on verse une couche de plâtre de Paris, d'une épaisseur variant de 6.5 à 12.5 mm. Celle-ci est recouverte de petits morceaux de cyanure de potassium, sur lesquels on verse une nouvelle couche de 6.5 mm. de plâtre sec ; le tout est ensuite recouvert d'une dernière couche de plâtre humide, ayant une consistance pâteuse. Comme la combinaison chimique du plâtre avec l'eau dégage de la chaleur, on chauffera le flacon en le plongeant dans l'eau chaude, avant de verser la dernière couche de plâtre ; sans cette précaution, le verre pourrait se fendre.

Les précautions suivantes sont à prendre en utilisant un flacon à cyanure :

1). — Dans les contrées humides, ajouter une bonne quantité de papier absorbant, légèrement froissé (papier de journaux ou papier buvard mince). Ce papier prend l'humidité exsudée par la surface plâtrée et empêche les insectes de s'abîmer par les chocs ;

2). — Le bouchon sera bien rodé et ne sera enlevé qu'au moment de l'introduction ou de l'enlèvement des insectes ;

3). — Dans les localités sèches, la force du flacon s'affaiblit souvent. Il faudra alors, pour lui rendre son efficacité, gratter légèrement la surface. ou y verser quelques gouttes de vinaigre ou d'eau gazeuse ;

4). — Les insectes devront être enlevés du flacon à cyanure aussitôt après leur mort (d'habitude au bout de cinq minutes).

Comme les moustiques sont des insectes très délicats, il n'est pas à conseiller de les introduire en cours de route, dans le flacon à cyanure ; il est préférable de les rapporter en vie dans les boîtes à pilules et de les tuer au laboratoire, dans un grand bocal à cyanure, préparé de la façon indiquée plus haut.

Les pinceaux en poils de chameau serviront à manier les petits spécimens ; les *pinces incurvées* sont destinées à tenir les épingles ; les *pinces droites* et les *aiguilles emmanchées* servent à disposer convenablement les pattes et les ailes des exemplaires piqués.

La *loupe de poche* aura un grossissement de dix à quinze diamètres ; des loupes plus fortes sont rarement utiles. Les *épingles* recommandées par le British Museum sont du n° 20 ; elles sont courtes et très fines. *Une ou deux pièces de liège* ou de moelle, d'environ 10 × 10 cm., sont également nécessaires, pour effectuer les opérations de piquage.

Si l'on emploie, pour conserver les spécimens piqués, *les boîtes en bois* du commerce, celles-ci recevront une bonne couche de peinture-émail ou de vernis. Cette précaution est nécessaire, en saison sèche, sous les tropiques, pour éviter qu'elles ne se fendent ou ne se déjettent. Pour l'expédition par la poste, on pourra utiliser des boîtes à cigares vides, garnies au fond de feuilles de liège et renforcées, intérieure-

ment, par de petits morceaux de bois cloués dans les coins et destinés à supporter les extrémités du couvercle. De même, des bandes transversales de toile seront fixées, à l'aide de petits clous, au fond et au couvercle de la boîte.

Capture des spécimens de moustiques.

Dans la récolte des moustiques adultes, en vue de la détermination des espèces, la capture et la manipulation des spécimens devront se faire avec beaucoup de soins. Comme des caractères spécifiques importants sont fournis par les écailles, les pattes et les ailes, celles-ci ne pourront être ni arrachées ni abîmées. Les moustiques peuvent être capturés à l'intérieur des habitations ou au dehors.

Certaines espèces de moustiques seront recueillies durant le jour, dans les bois ombreux ou les forêts ; d'autres préfèrent les terrains découverts, marécageux, où on les rencontre en grand nombre, aussitôt après le coucher du soleil. Pour la capture au dehors, on se servira du filet à poche de gaze et on transférera les spécimens capturés dans les boîtes à pilules, en prenant grand soin de ne pas leur arracher les pattes ; on ne pourra introduire qu'un seul spécimen vivant dans chaque boîte.

Dans les maisons, les moustiques *Anopheles* passent le jour au repos, dans les coins sombres. Au crépuscule, la plupart des moustiques volent vers les fenêtres, où il est aisé de les prendre un à un, soit à l'aide de petits pièges à main, tels que celui de M. Griffitts, décrit précédemment, soit à l'aide d'une boîte à pilules, au fond de laquelle on fixe fermement une petite bande de papier buvard. Sur cette bande, on verse une goutte ou deux de chloroforme ou d'ammoniaque. La boîte est ensuite placée sur un moustique au repos sur la fenêtre ; en quelques secondes, l'insecte est anesthésié, et peut être transféré dans le flacon à cyanure, où il est tué. La boîte sera alors placée sur un autre moustique, et ainsi de suite. De cette façon, en peu de temps, l'on pourra recueillir une bonne série de spécimens.

Les moustiques se réunissent souvent, durant le jour, sous le chaume, à l'intérieur des huttes indigènes, et on peut les y capturer en quelques coups de filet. L'attention sera également attirée sur les espèces de moustiques qui piquent les animaux domestiques.

Comment tuer les moustiques capturés?

Les moustiques rapportés en vie, dans des boîtes à pilules, seront tués dans le flacon à cyanure. A cette fin, on introduira dans un grand flacon à cyanure, la boîte, dont le couvercle aura été quelque peu soulevé, de façon à laisser une ouverture de quelques millimètres. Le flacon à cyanure sera ensuite bouché, et l'insecte ne sera laissé en contact avec les vapeurs toxiques que pendant le temps strictement suffisant pour le tuer (cinq minutes environ). Dès que le spécimen est mort, on le déposera avec précaution sur une feuille de liège ou de moelle et on le touchera aussi peu que possible, les manipulations nécessaires pour arranger les ailes et les pattes étant faites avec une aiguille emmanchée. Les moustiques tués dans les boîtes à pilules pourront y être laissés jusqu'au moment du piquage.

Modes de conservation des moustiques. — Nombre de spécimens requis.

Les moustiques seront, de préférence, conservés à l'état sec. La conservation dans l'alcool ou le formol ne convient pas pour les spécimens à identifier ; elle n'est nécessaire que pour les insectes destinés aux dissections anatomiques.

Lorsqu'on récolte des spécimens d'une espèce de moustiques, on prendra, si possible, une demi-douzaine au moins d'exemplaires de chaque sexe, pour être piqués.

Les moustiques devront être traités aussitôt que possible après leur mort, car ils deviennent rapidement secs et raides et, dans cet état, ils se brisent, au moindre attouchement, et leur expédition est impossible.

Les spécimens conservés à l'état sec peuvent être envoyés en Europe, piqués ou non piqués. Voyons d'abord comment il faut piquer les moustiques.

Comment faut-il piquer les moustiques?

Les moustiques peuvent être piqués dans trois positions, de façon à montrer : 1)— la face dorsale ; 2) — la face ventrale, et 3) — une face latérale. Si l'on dispose d'un bon nombre de spécimens, on en piquera environ la moitié, sur le côté du thorax, de façon à faire voir une des faces latérales de l'insecte.

La méthode la plus usitée, jusqu'à présent, consistait à piquer les spécimens de moustiques, à l'aide d'épingles fines, sur de petits disques en carton, supportés eux-mêmes par des épingles plus grosses. Ce procédé n'est cependant pas à conseiller, car, lorsque des spécimens ainsi piqués sont placés dans une boîte, les disques pivotent sur leur support et abîment les exemplaires voisins.

Il faudra donc piquer les moustiques de la manière ordinaire, en poussant la pointe de l'épingle fine au milieu du thorax, du côté dorsal. L'insecte sera glissé aux deux tiers de la hauteur de l'épingle, de façon à ménager, en dessous, une prise facile aux pinces recourbées.

On disposera ensuite, aussi bien que possible, les pattes et les ailes. Les ailes devront former un certain angle avec le corps, au lieu de rester fermées, et les pattes devront être placées symétriquement. Cette opération sera faite aussi délicatement que possible, à l'aide d'une aiguille emmanchée, et on prendra bien soin de ne pas arracher les poils et les écailles. Comme les tissus se contractent par le séchage, il faudra vérifier une ou deux fois, au cours des jours suivants, les spécimens récemment piqués, et remettre en place les pattes ou ailes qui se sont déplacées.

Pour piquer les spécimens devant montrer la face ventrale ou une face latérale, on procédera de la même façon que pour la face dorsale. Les ailes et les pattes devront toujours être disposées d'une manière symétrique.

Les annotations seront inscrites sur une petite étiquette accompagnant le spécimen. Si ces annotations sont semblables pour un certain nombre de spécimens, il suffira de les indiquer pour deux ou trois et d'attacher aux autres une petite étiquette portant le même numéro d'ordre. Un moyen plus simple encore consistera à dessiner au crayon, sur le fond de la boîte contenant les spécimens piqués, une ligne circulaire, qui englobe tout le groupe.

Conservation à l'état sec sans piquage.

Lorsqu'on voyage rapidement, on peut conserver les spécimens de moustiques sans les piquer, dans des boîtes à pilules ou des boîtes à allumettes. Suivant les dimensions de la boîte, on placera, au fond, un ou plusieurs spécimens, entortillés chacun dans du papier à cigarettes ou du papier de soie. On étendra ensuite au-dessus d'eux, un morceau de papier de soie, qui donnera une pression suffisante pour empêcher les heurts, tout en n'écrasant pas les spécimens.

On peut également se servir d'ouate pour l'emballage, en l'utilisant de la manière suivante. On prend une petite quantité d'ouate, qu'on étire jusqu'à en former un léger flocon, qu'on place dans la boîte à pilules, de façon à la remplir aux deux tiers. On dispose les moustiques sur ce matelas, en ayant soin de les distribuer très également et de ne pas les serrer trop les uns contre les autres. On étend ensuite une nouvelle couche très mince d'ouate étirée, sur les insectes, mais sans exercer aucune pression. Il faut strictement éviter de comprimer les spécimens et d'employer de l'ouate non étirée. Les spécimens secs et rigides ne peuvent jamais être emballés de cette façon.

Pour prévenir l'invasion des moisissures et les attaques des insectes, il faudra verser une ou deux gouttes d'acide phénique ou de créosote sur le côté interne du couvercle de la boîte. Il faut éviter d'employer trop de créosote, car il en résulterait une décoloration permanente des spécimens.

On ne mettra évidemment dans une boîte, que des spécimens appartenant à une même espèce, et toutes les données intéressantes (date et lieu de récolte, etc.) seront inscrites, soit à l'extérieur de la boîte, soit sur une étiquette placée à l'intérieur ou collée sur le convercle.

On peut également se servir, pour emballer les spécimens non piqués, d'enveloppes de papier souple.

Attaque des spécimens par les insectes et les moisissures.

Dans les contrées tropicales, les spécimens d'insectes piqués sont rapidement attaqués, au cours de la saison humide, par les moisissures. Comme les insectes moisis sont pratiquement sans valeur pour l'étude scientifique, les collections devront être expédiées le plus vite possible en Europe.

Pour combattre les moisissures, les mites et insectes, les boîtes de spécimens piqués pourront être frottées intérieurement avec un morceau d'éponge ou un tampon d'ouate imbibé de créosote ou d'un mélange composé en parties égales de créosote et d'une solution saturée de naphtaline dans du chloroforme.

Si l'on ne dispose pas de ces produits, ou bien comme précaution supplémentaire, on pourra fondre, dans une cuiller en fer ou dans un tube à essai, une petite quantité de naphtaline, qui sera ensuite versée dans un coin de la boîte, où elle adhérera fermement. La naphtaline et le camphre peuvent également être utilisés en morceaux, qui seront maintenus fixement, mais il vaut mieux de mettre de la naphtaline dans un petit sac de mousseline, qui sera attaché très solidement dans un coin de la boîte, pour éviter des déplacements dont le résultat serait désastreux.

Dans le cas de boîtes contenant des insectes non piqués, entourés de papier, d'ouate, etc., la naphtaline peut également être utilisée comme agent de préservation. Quelques gouttes de créosote ou d'acide phénique seront versées sur le fond de la boîte avant la mise en place des spécimens et quelques gouttes également à l'intérieur du couvercle, lorsque la boîte est remplie. Le créosote ne peut jamais être en contact direct avec les insectes, car il peut les décolorer d'une manière permanente.

Sous les tropiques, les fourmis peuvent également attaquer les collections d'insectes non surveillées. Elles ne pénètrent pas dans les boîtes préparées de la façon indiquée plus haut (créosote et naphtaline), mais il est à conseiller cependant d'isoler les tables sur lesquelles les spécimens se trouvent, en en plaçant les pieds dans des soucoupes remplies de pétrole. L'eau ne sera pas employée dans ces soucoupes, car nous savons qu'elle servirait presqu'invariablement de milieu de développement aux larves de moustiques. Au Brésil, on protège les boîtes à insectes contre l'invasion des fourmis, en enduisant le pourtour extérieur de la fente d'ouverture et tout autre endroit possible de pénétration, avec de l'huile d'*Andiroba* et en répétant cette opération aussi souvent que nécessaire.

Un autre bon moyen de défendre les collections contre les fourmis et autres insectes, dans les contrées tropicales humides, consiste dans l'emploi d'une cage de séchage, suspendue au plafond de la hutte ou de la tente. Cette cage peut être facilement confectionnée à l'aide de vieilles caisses d'emballage et de quelques décimètres carrés de toile métallique à mailles serrées, destinée au fond et au devant de la cage. Les cordes de suspension devront passer au travers d'une petite calebasse contenant du pétrole ou mieux encore de la naphtaline, afin d'empêcher les fourmis de descendre du plafond et d'atteindre ainsi les collections. Cette cage devra être facile à démonter et avoir environ 50 cm. de longueur, 30 cm. de hauteur et 20 cm. de largeur.

Récolte et conservation des spécimens d'œufs, larves et pupes de moustiques.

Les stades larvaires des moustiques seront récoltés dans toutes les eaux où ils se développent.

Nous avons donné, au cours des chapitres précédents, suffisamment de détails sur la diversité des réservoirs naturels ou artificiels choisis par les moustiques pour se développer, pour qu'il soit inutile de revenir encore sur ce sujet. Répétons seulement qu'aucune agglomération d'eau, si petite et si cachée soit-elle, ne doit être négligée.

Les pontes seront recherchées à la surface de l'eau ou immédiatement au-dessus de celle-ci, sur les parois des récipients. Les larves venant respirer à la surface et les pupes qui y flottent seront pêchées, à l'aide d'un filet léger ou d'une louche en émail blanc.

Lorsque les moustiques sont élevés au laboratoire, les peaux de mue des larves et les enveloppes pupales vides seront toujours soigneusement récoltées, car elles constituent d'excellents éléments pour la détermination scientifique.

Les larves et pupes récoltées vivantes, seront tuées, puis conservées dans l'alcool ou le formol. On les tuera en les plongeant pendant quelques instants dans l'eau bouillante, puis en les mettant dans l'alcool

faible (deux tiers d'alcool pour un tiers d'eau). Après y avoir séjourné deux ou trois semaines, jusqu'à ce qu'elles soient complètement raffermies, elles seront ensuite placées dans de l'alcool plus fort.

Si l'on emploie le formol, une solution à 4 p. c. (c.-à-d. une partie de la solution commerciale ordinaire à 40 p. c., dans neuf parties d'eau) est suffisamment forte pour tuer et conserver les spécimens.

Les larves et pupes (conservées dans le formol ou dans l'alcool) seront introduites dans de petits tubes de verre, qui seront ensuite bouchés ; les bouchons pourront être revêtus de cire, mais cette précaution n'est pas absolument indispensable ; chaque tube contiendra un morceau de papier, sur lequel seront écrites au crayon toutes les données utiles : localité, date, origine (eau douce, saumâtre ou salée), nom du collecteur, etc., avec, si possible, un renvoi à des spécimens piqués de l'insecte parfait, permettant de faire l'identification. Pour l'expédition en Europe, les tubes seront emballés dans de l'ouate, dans une petite boîte métallique.

Il est à peine besoin d'ajouter que chaque espèce sera placée dans un tube séparé.

Annotation des observations.

On ne saurait assez insister sur la grande importance qu'il y a, à joindre aux spécimens récoltés, toutes les indications possibles. Nous avons déjà dit de quelle façon les étiquettes seront jointes aux insectes piqués, conservés en boîtes ou plongés dans l'alcool. Rappelons que ces étiquettes doivent porter les mentions suivantes :

1) — Nom de la localité. — Pour les villages indigènes, fermes, etc., le nom sera accompagné des indications nécessaires pour repérer sur la carte : orientation, distance approximative d'une ville, rivière ou montagne bien connue, etc. ;

2) — Altitude ;

3) — Date de la récolte : jour, mois, année ;

4) — Nom du collecteur ;

5) — Toutes brèves indications présentant de l'intérêt, telles que : « Rare, » « Très abondante dans le district et très importune le soir. » « N'est abondante que dans les parties marécageuses découvertes, » « Ne s'éloigne jamais des habitations, » etc.

Lorsqu'il s'agit d'insectes piqués et que les données à inscrire sur les étiquettes sont identiques pour toute une série de spécimens, il suffira d'attacher une étiquette complète à un ou deux exemplaires, les autres portant seulement un numéro d'ordre ou un petit carré de papier d'une couleur déterminée. Lorsque des moustiques auront été capturés accouplés, le fait sera soigneusement indiqué et chaque insecte portera sur son étiquette, la mention respective : A *in cop.* avec A1 » — « A1 *in cop.* avec A. »

Des indications plus longues relatives à la biologie des moustiques capturés seront toujours très utiles. Elles seront inscrites dans un carnet spécial, sous un numéro correspondant à celui des spécimens. Elles porteront notamment sur :

a) — la biologie des moustiques adultes : Distribution et abondance locales. — Fréquence dans les habitations et aux environs de celles-ci. — Moments d'activité et variations saisonnières. — Mœurs alimentaires des femelles. — Fréquence des prises de sang. — Mœurs alimentaires des mâles. — Portée du vol. — Durée de la vie. — Résistance au froid, à la chaleur, etc. — Conditions de la copulation. — Mode et moment de ponte. — Ennemis naturels, etc.

b) — la biologie des stades larvaires : Lieux de développement. — Œufs et éclosion. — Mœurs et nourriture des larves. — Sortie de l'imago. — Influence des agents extérieurs, favorables ou défavorables, sur les œufs, larves et pupes. — Durée du cycle vital. — Ennemis naturels, etc.

Emballage et expédition en Europe.

Nous savons déjà que pour éviter l'envahissement par les insectes et moisissures des collections recueillies dans les pays chauds, il faut les expédier le plus rapidement possible en Europe. Pour contenir les spécimens piqués, on se servira d'une boîte entomologique ou, à défaut, de toute autre petite boîte solide, telle qu'une boîte à cigares, par exemple, préparée pour l'expédition comme indiqué page (199), et dans le fond de laquelle on fixera fermement une feuille de liège. Pour prévenir les dégâts par les moisissures et les mites, on suivra soigneusement les conseils donnés au paragraphe traitant de l'attaque des collections par ces ennemis. Les plus grandes précautions devront également être prises pour empêcher que les spécimens ne se détachent et ne soient cahotés d'un côté à l'autre, pendant le voyage. Un seul spécimen détaché peut abîmer sans remède tous les autres spécimens contenus dans la boîte. Les épingles seront donc fixées aussi fermement que possible dans la feuille de liège. Elles seront enfoncées de telle façon, que toutes les têtes se trouvent au même niveau, et sur celles-ci une feuille de papier sera étendue.

La boîte à insectes piqués, ainsi préparée, sera ensuite bien enveloppée dans de l'ouate, des copeaux, de la sciure de bois ou de la mousse, et placée dans une boîte plus grande, bien emballée pour l'expédition en Europe. S'il s'agit d'insectes conservés à sec, sans piquage, dans des boîtes à pilules ou des boîtes à allumettes, toutes ces boîtes seront également placées dans une boîte plus grande et plus solide et entourées d'ouate ou d'autres matériaux de rembourrage.

Quant aux tubes contenant des larves et pupes conservées dans l'alcool, ceux-ci, bien bouchés, seront emballés séparément dans de l'ouate ou, ce qui est préférable, dans du crin de cheval ou des copeaux.

B. — RECHERCHE DES MOUSTIQUES ANOPHELES INFECTÉS. ELEVAGE DES MOUSTIQUES AU LABORATOIRE.

Pour déterminer si des moustiques *Anopheles* sont infectés par la malaria, il faut disséquer leurs glandes salivaires et leur estomac. M. le Prof. J. W. W. Stephens, M.D., de l'Ecole de Médecine tropicale de Liverpool (194), a publié, il y a quelques années, dans le *Bulletin*

of Entomological Research, d'excellentes indications au sujet de cette dissection *(Methods for detecting Sporozoïts and Zygotes in Mosquitoes infected with Malaria)*. Nous les reproduisons ci-dessous, dans l'espoir qu'elles pourront être utiles à ceux de nos lecteurs qui sont déjà quelque peu versés dans les recherches parasitologiques.

Capture et traitement préliminaire des moustiques Anopheles infectés, en vue de la dissection.

a) — Choisir un village ou toute petite agglomération de huttes indigènes, où l'infection malariale a été déterminée chez les enfants, soit par l'examen du sang, soit par la palpation de la rate ;

b) — Les *Anopheles* adultes, ainsi que les *Culicines*, sont trouvés dans les huttes et maisons, près du foyer, derrière les rideaux, dans les armoires, derrière les vêtements, dans les vieilles bottes, dans les tas de décombres : vieilles bouteilles, déchets et ordures de toutes sortes, ainsi qu'au chaume du toit, où ils sont souvent suspendus par centaines, à la paille couverte de suie et aux toiles d'araignée. Si l'on n'en découvre pas, on remuera le chaume avec un bâton, car les *Anopheles* y sont parfois profondément cachés. On examinera également les dépendances, les étables, les tas d'herbes séchées dans les granges, ainsi que l'extérieur des moustiquaires (tôt le matin) ;

c) — On peut souvent capturer les moustiques *Anopheles*, par centaines, dans les tuyaux d'écoulement des eaux et sous les ponts et ponceaux ;

d) — Enfin on peut placer des pièges. Ceux-ci peuvent être faits à l'aide de grandes boîtes à biscuits vides, garnies intérieurement d'un feutrage et dont le couvercle est entre-bâillé. Les moustiques y cherchent un refuge, au lever du soleil.

Pour prendre un moustique *Anopheles*, il suffit de placer lentement sur lui un tube à essai ; on bouche ensuite le goulot, en y glissant un tampon d'ouate. S'il est nécessaire d'avoir une cinquantaine de spécimens, il vaut mieux, pour gagner du temps, employer une cinquantaine de tubes à essai, plutôt que de se servir toujours du même tube, et de transférer les moustiques, au fur et à mesure de la capture, dans une bouteille. Si cependant, on ne dispose pas de suffisamment de tubes à essai, il faudra utiliser la bouteille. Dans ce cas, celle-ci devra être complètement sèche, car s'il y a la moindre humidité, les moustiques collent au verre par les ailes et meurent bientôt.

Comme on connaît encore d'une manière très peu exacte, quelles sont véritablement les espèces de moustiques *Anopheles* qui transmettent la malaria, il est nécessaire d'identifier ou de faire identifier les spécimens qu'on dissèque. Un examen soigneux, à la loupe, permettra de déterminer, presqu'avec certitude, si tous les *Anopheles* capturés sont de la même espèce. On en retiendra une douzaine par exemple, y compris quelques mâles, pour être examinés par un spécialiste. On les tuera dans les tubes à essai, en versant une goutte de chloroforme sur le tampon d'ouate. On les mettra ensuite dans une boîte à pilules ou une boîte à allumettes, garnie au fond, d'une couche d'ouate bien étirée et très légèrement tassée et on les recouvrira d'une autre couche d'ouate étirée, pour éviter les chocs. Si possible, on versera une goutte

de créosote ou de naphtaline fondue, à l'intérieur du couvercle de chaque boîte, pour empêcher l'invasion des moisissures. Une étiquette indiquant où et quand le spécimen a été capturé et le nom de l'expéditeur, sera collée à l'extérieur de la boîte, puis celle-ci sera immédiatement expédiée.

Les moustiques *Anopheles*, capturés en vue de la dissection et tenus en vie dans les tubes à essai, seront simplement tués par choc, c'est-à-dire en frappant, avec les tubes qui les contiennent, de petits coups secs sur le genou. Il est bien entendu que ce procédé ne pourra pas être employé pour les spécimens destinés à l'identification, car la plupart des écailles des ailes sont détachées par les secousses. L'insecte tué, sera ensuite placé sur une lamelle de verre et le tenant par une une aile, on arrachera avec une aiguille emmanchée ou des pinces, l'autre aile et les pattes. Il faudra veiller à ne pas arracher par erreur la trompe.

Dissection des glandes salivaires.

a) — Placez le moustique apprêté, dans une goutte d'eau salée (1 p. c. de sel), sur une lamelle de verre, de façon à ce qu'il se trouve sur le côté droit, la trompe dirigée vers vous (voir fig. 102). Ne mettez pas trop de solution salée sur la lamelle, car les glandes, lors de leur extraction, peuvent être entraînées par l'eau et se perdre. Rappelez-vous que ces glandes se trouvent juste au point d'origine de la première paire de pattes ;

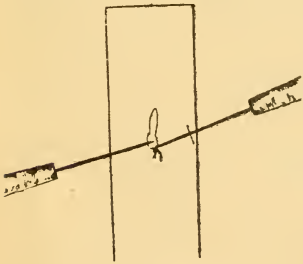


Fig. 102. — Diagramme montrant le mode d'extraction des glandes salivaires d'un moustique. (Dessin de M. H. F. Carter.)

b) — Placez la lamelle sur un morceau de papier blanc, car vous disséquez un objet noir. Prenez dans chaque main, une aiguille emmanchée et tenez-les presque horizontales. Placez la pointe de l'aiguille gauche sur le thorax pour le fixer et celle de la droite au dos de la tête (fig. 102), et exercez avec cette dernière aiguille, une série de tractions douces, lentes, sur la tête, pendant environ une demi-minute ;

c) — Si cette opération a été faite soigneusement (et toute personne ayant quelque délicatesse de toucher peut réussir 99 fois sur 100), un morceau de tissu blanc restera attaché à la tête : celui-ci contient les glandes ;

d) — Examinez avec une loupe d'un demi pouce, en se rappelant qu'on doit, pour voir un objet non coloré, fermer presque complètement le diaphragme. Les glandes sont brillantes, ont la forme de doigts et sont un peu tordues ; elles se projettent à l'extrémité de la tête ; il se peut qu'on ne voit que leurs bouts au milieu d'un muscle gris ou de corps gras (voir fig. 103) ;

e) — Séparation de la tête. — Mettez l'aiguille gauche sur la tête et, avec la droite, coupez ou arrachez le tissu blanc contenant les glandes (N. B. — Veillez à ce qu'à ce moment, la solution salée ne soit pas desséchée et à ce que les glandes ne collent pas à l'aiguille).

Examen des glandes. a) — Disséquées de cette façon, les glandes sont généralement tout à fait libres, mais même si elles sont encore attachées à un bout de tissu, il est inutile de les en séparer. Il n'est pas nécessaire que les six lobes soient présents, la présence de trois est considérée comme suffisante. Il faudra noter, à l'aide d'un faible grossissement, la position exacte sur la lamelle (voir fig. 103) ;

b) — Si la solution saline est devenue trouble, on tirera avec précaution les glandes dans une goutte fraîche de solution, placée sur la lamelle, en se rappelant que dans le champ d'un microscope, la droite réelle d'un objet devient sa gauche et vice-versa :

c) — Placez une lamelle couvre-objet sur la préparation ;

d) — Examinez avec un grossissement moyen. Une immersion dans l'huile n'est pas nécessaire pour découvrir les sporozoïtes, car ceux-ci ont une longueur égale à environ deux fois le diamètre d'un globule rouge ;

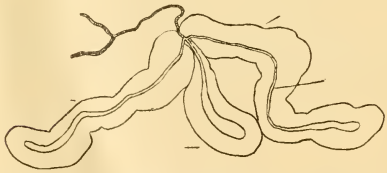


Fig. 103. — Aspect des glandes salivaires d'un moustique. (Fortement agrandies.) (D'après J. W. W. Stephens.)

e) — Dans une telle préparation fraîche, on peut voir les sporozoïtes, par centaines, sous la forme de bâtonnets incurvés, minces, plutôt brillants (voir fig. 104). Le diaphragme sera convenablement réglé.

Coloration des Sporozoïtes. — *a)* — Enlevez la lamelle couvre-objet ;

Fig. 104. — Sporozoïtes dans les glandes salivaires (D'après J. W.W. Stephens.)

b) — Séchez aussi rapidement que possible (sur une flamme) ;

c) — Fixez dans l'alcool, pendant quelques minutes (cinq suffisent) ;

d) — Colorez au Romanowsky ou au Leishman, etc., dix minutes au plus. Comparez soigneusement les sporozoïtes des cas de fièvre quarte, fièvre tierce simple et fièvre tierce maligne. Examinez également, s'il n'y a pas présence de sporozoïtes mâles, femelles ou non sexués.

Dissection de l'intestin moyen (estomac).

N.-B. — Les moustiques capturés dans les huttes, devront être au préalable tenus en captivité durant deux ou trois jours, afin de leur permettre de digérer tout le sang absorbé. Sans cette précaution, il est presque impossible de voir les zygotes.

a) — Placez le moustique (soit un nouveau, soit celui dont on a déjà extrait les glandes salivaires), sur le dos, dans une goutte de solution saline propre. Entaillez ou déchirez avec une aiguille la paroi chitineuse du corps, de chaque côté, le plus près possible de l'extrémité. Placez l'aiguille gauche sur le thorax et avec l'aiguille droite sur l'extrémité postérieure, exercez une traction douce, comme précédemment ;

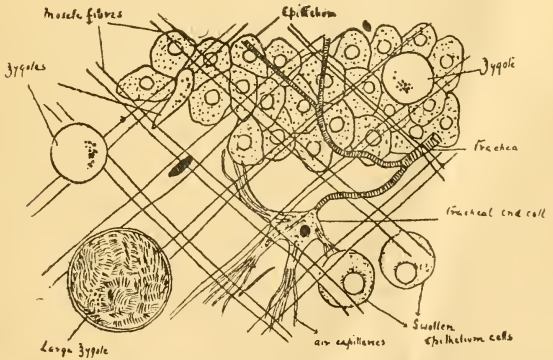


Fig. 105. — Aspect microscopique de l'intestin moyen (estomac), montrant la structure cellulaire et les zygotes. (D'après J. W.W. Stephens.)

b) — Si cette opération est bien faite, tous les viscères sont extraits, c.-à-d. : œsophage et jabots, intestin moyen (estomac), tubes de Malpighi (cinq), intestin postérieur, ovaires (deux), etc. Lorsqu'on relâche la tension, l'intestin moyen prend l'aspect d'un sac, en forme de bouteille ;

c) — Coupez l'intestin moyen, juste en dessous de l'insertion des tubes de Malpighi. Sectionnez également, l'extrémité supérieure de l'œsophage, auquel peuvent encore être attachés les jabots ou diverticula, reconnaissables aux bulles de gaz (CO^2), qu'ils contiennent ;

d) — Enlevez de la lamelle tous les fragments, sauf l'estomac. Ajoutez une goutte fraîche de solution saline. Placez le couvre-objet et

pressez doucement, de façon à aplatir l'estomac. Examinez, en prenant soin d'ajuster convenablement le diaphragme ;

e) — Si l'on connaît la structure normale de l'estomac, il n'y a pas de diffificultés à trouver les zygotes (voir fig. 105) (*).

1) — Les plus jeunes formes sont des corps nettement ovales ou arrondis, de 6-7 microns, environ les dimensions d'un globule rouge, contenant des granules de pigment nettement visibles ;

2) — Les formes plus grandes ont une paroi distincte (oocystes), et conservent encore du pigment, nettement apparent ;

3) — Les plus grands oocystes ont perdu leur pigment et sont des cystes nettement définis (40-60 microns), remplis de centaines de corpuscules en forme de faucilles (sporozoïtes), qui s'échappent à la rupture.

Coloration des zygotes. — *a)* — Introduisez, à l'aide de papier buvard, un peu de solution de formol à 10 p. c. sous le couvre-objet, et enlevez ensuite ce dernier avec précaution : l'estomac y restera probablement attaché ;

b) — Lavez à l'eau ;

c) — Colorez légèrement, à l'aide du bleu méthylène ;

d) — Lavez à l'eau, deshydratez et éclaircissez au xylol ;

e) — Montez dans le baume ; on obtient ainsi facilement de bonnes préparations.

Autres parasites pouvant être rencontrés au cours de la dissection. M. le Prof. Stephens note : 1) — Des Trematodes, encystés dans le thorax ou libres dans l'estomac. — 2) — Des Nematodes, dans le thorax ou la cavité abdominale. Dans les muscles thoraciques, on peut également trouver des embryons de filaires. — 3) — Des Sporozoaires : a) — Masses de corpuscules, en forme de saucisses, dans les glandes salivaires ; *b)* — Sporocystes contenant huit spores : *c)* — Gregarines (libres dans l'estomac ou encystés dans les tubes de Malpighi). — 4) — Des Flagellés. En grand nombre dans l'intestin. Ce sont des formes *Crithidia*. — 5) — Des micro-organismes et *Nosema*, dans les diverticula. — 6) — Des ectoparasites. Les formes larvaires rougeâtres de mites d'eau *(Hydrachnidae)* sont communes. Stades adultes inconnus.

But de l'élevage des larves de moustiques au laboratoire.

L'élevage des larves de moustiques au laboratoire peut servir :

1) — A obtenir des spécimens adultes pour l'étude scientifique ; ceux-ci sont plus frais et mieux conditionnés que les individus capturés, qui sont souvent quelque peu abîmés ; (**)

2) — A déterminer à quelles espèces d'*Anopheles* ou de *Culex* appartiennent les larves et pupes, les caractères spécifiques des adultes étant souvent plus faciles à distinguer que ceux des stades larvaires ;

3) — A faire des observations ou des expériences sur l'évolution des larves et les mœurs des moustiques adultes.

(*) Si les zygotes sont rares (1-2), on les trouvera à l'extrémité postérieure de l'estomac, tout près des tubes de Malpighi,

(**) Les spécimens adultes, obtenus par élevage des larves au laboratoire, ne seront tués que douze heures après leur sortie de l'enveloppe pupale, afin de laisser à la chitine le temps de durcir.

Récolte des larves et pupes pour l'élevage au laboratoire.

La récolte des larves et pupes de moustiques, se fera au filet léger à petites mailles, ou mieux encore à l'aide d'une louche ou d'un puisoir en émail blanc, les larves étant plus facilement visibles sur un fond clair. On pourra encore se servir des pièges indiqués en notre page 140.

Nous rappelons que les larves et pupes d'*Anopheles*, sont des organismes fragiles, qui demandent à être délicatement manipulés. De plus, comme beaucoup de larves ne se développent pas ou meurent en captivité, il faudra en prendre un nombre suffisant pour parer à des pertes toujours élevées.

Transport des larves et pupes.

Pour transporter en vie les larves et pupes, on pourra se servir de flacons à large goulot, ne contenant pas plus de 2,5 cm. d'eau et bien abrités du soleil. Il ne faudra pas réunir trop de larves dans un même flacon.

S'il y a trop d'eau, trop de larves ou si le soleil échauffe le flacon, beaucoup périssent pendant le transport. Une faible hauteur d'eau permet aux larves de venir, sans effort, respirer à la surface.

M. J. C. Legendre (113), a signalé récemment à la Société de Biologie de Paris, les bons résultats qu'il a obtenus, en expérimentant un nouveau moyen de transport des larves de moustiques.

Des larves de *Culex* récoltées en décembre, dans un fossé, furent extraites de l'eau et placées dans les conditions suivantes : (1) — Une couche de larves entre deux couches de mousse humide *(a)* dans une boîte sans couvercle ; *(b)* — dans une boîte avec couvercle percé de trous ; (2) — Trois couches de larves, séparées par des couches de mousse humide, dans une boîte hermétiquement fermée.

Les boîtes furent ouvertes après cinq jours, et les larves, replacées dans l'eau, reprirent leur activité et parurent se développer normalement. Cette expérience a démontré, que les larves de *Culex* peuvent rester vivre au moins cinq jours hors de l'eau, dans un récipient fermé, ce qui facilite grandement leur transport.

Conservation en vie des larves de moustiques au laboratoire.

Les larves et pupes à élever au laboratoire seront placées dans des bocaux, flacons à large goulot ou autres récipients contenant de l'eau et dans lesquels elles pourront poursuivre leur évolution. Ces récipients seront recouverts de gaze ou de mousseline.

Tous ceux qui ont fait des expériences sur les larves de moustiques, ont constaté combien il est difficile de les conserver vivantes en captivité. M. le Dr Darling, chef des laboratoires de recherches du Département d'Hygiène de Panama, a imaginé un procédé qui permet, paraît-il, aux larves de se développer. Il consiste à injecter, deux fois par jour, dans l'eau des réservoirs, de fins jets d'air, qui rafraîchissent le liquide et en renouvellent l'oxygène.

Conservation en vie des moustiques adultes.

Il est souvent nécessaire, pour effectuer des expériences de prise de sang et de transmission des maladies ou des observations biologiques, de conserver en vie, au laboratoire, des moustiques adultes.

S'il s'agit d'adultes provenant de larves élevées au laboratoire, on laissera échapper dans des « cages à piqûres » ceux qui viennent d'éclore. Les cages utilisées par MM. Walker, E. L. et Barber, M. A. (207), aux Philippines, consistaient en verres de lampe, placés chacun dans un vase de Pétri rempli de sable lavé et constamment imbibé d'eau. L'extrémité supérieure était fermée par de la mousseline. Lorsque les moustiques n'étaient pas nourris de sang, on leur donnait des raisins ouverts, placés extérieurement sur la mousseline. La propreté était maintenue par de fréquents changements d'eau, de nourriture, et même de cages.

A Panama, le renouvellement du stock de moustiques adultes nécessaire aux travaux biologiques, s'effectuait, en récoltant les *Anopheles* vivants, dans les maisons de divers villages, et en les envoyant ensuite au laboratoire.

Il fut trouvé essentiel, pour que les moustiques adultes arrivent dans de bonnes conditions, de les tenir rigoureusement à l'abri du soleil, de la pluie et des forts courants d'air, pendant le transport. Ces insectes paraissaient succomber rapidement, lorsqu'ils étaient exposés à un vent sec, causant une évaporation qui leur était fatale. Si le transport s'effectuait dans des cages complètement couvertes de papier, il y avait peu de pertes.

Il existe différents modèles de « cages à piqûres », destinées à conserver les moustiques en captivité, tout en leur permettant d'effectuer des prises de sang. Les plus simples sont des récipients de verre à large goulot, fermés par de la mousseline. D'autres, tels ceux de MM. Walker, E. L., et Barber, M. A., consistent en des verres de lampe, agencés comme décrit plus haut.

M. Christophes conseille d'employer, de la façon suivante, de simples bocaux de verre à large goulot, tels que bocaux à confitures et autres, fermés par un bouchon à vis.

Après avoir lavé et séché le bocal, on y place diagonalement une bande de carton, puis on le renverse sur son bouchon, qui contient une petite quantité d'eau et quelques bandes de papier filtre. Les moustiques introduits dans le récipient, se déposent sur le carton et y restent au repos. Pour les nourrir, le goulot ouvert du bocal est placé sur l'avant-bras, ce qui se fait en glissant sous l'ouverture une feuille de carton et en la retirant lorsque le bocal est en place. L'opération inverse est faite pour replacer le bocal sur le bouchon. Les bocaux contenant les moustiques vivants, devront être étiquetés et placés dans une armoire. Par temps froid, ils seront conservés dans des incubateurs, à une température d'environ 24° C. Ils seront vérifiés journellement et les moustiques morts, ainsi que le papier filtre souillé, seront régulièrement enlevés.

On peut encore utiliser, pour la conservation des moustiques adultes, de petites cages de bois, de forme parallélépipédique, ayant environ

15 cm. de longueur, 10 cm. de largeur et 10 cm. de hauteur. Ces cages sont fermées, sur deux côtés, par de la mousseline ou de la toile métallique et un trou muni d'un bouchon, permet l'introduction des insectes. Il existe deux modèles de ces cages, l'un destiné au transport (toile métallique), et l'autre à l'alimentation (mousseline). Ces cages ont été construites, d'après les indications de Sir David Bruce, par la maison Baird et Tatlock, de Londres. Elles sont destinées aux tsétsés, mais peuvent également servir aux moustiques.

En dehors des prises de sang, les moustiques adultes sont ordinairement nourris dans les cages, à l'aide de bananes mûres. Le Dr Darling a trouvé toutefois, que la banane provoquait la formation, dans l'estomac du moustique, de fermentations acides, fatales à l'insecte. Les dattes et les raisins, avec un peu d'eau, constituent de meilleurs aliments, qui conservent plus longtemps les moustiques en vie.

RÉSUMÉ.

Principales mesures de protection à prendre dans les pays chauds, contre les moustiques qui transmettent des maladies.

1. — Les moustiques sont nuisibles parce qu'ils piquent, sucent le sang et peuvent transmettre à l'homme des maladies contagieuses, dont la plus connue au Congo est la malaria ;

2. — Les moustiques les plus dangereux, sont ceux qui vivent dans le voisinage de l'homme et pénètrent dans les maisons. Les uns attaquent jour et nuit (femelle du *Stegomyia* de la fièvre jaune), les autres au crépuscule ou durant la nuit seulement (femelles des *Anopheles* de la malaria) ;

3. — Les larves de tous les moustiques vivent dans l'eau. Celles des *Anopheles* de la malaria, se développent dans les agglomérations naturelles d'eau, qui ne sont pas trop profondes et ne sont pas trop encombrées par la végétation (mares et marais, étangs, bords des rivières et des lacs, flaques d'eau, etc.). Les larves du *Stegomyia* de la fièvre jaune et celles des divers autres moustiques domestiques se développent à l'intérieur des habitations et dans leurs dépendances, dans tous les petits récipients artificiels contenant de l'eau : vases, tonneaux, citernes, boîtes vides, bouteilles cassées, etc.

Protection contre la piqûre des moustiques

Pour se protéger contre la piqûre des moustiques, en régions malariées, les moyens suivants sont conseillés :

1. — Construire sa maison à bonne distance (un kilomètre au moins) de toute masse d'eau contenant des larves. Il faut également s'éloigner à plus de 400 mètres des agglomérations indigènes, les nègres étant des foyers d'infection malariale pour les blancs (voir p. 82) ;

2. — Dormir dans des lits ou tentes pourvus de moustiquaires en bon état. Les rideaux de la moustiquaire seront soigneusement repliés sous les matelas, de façon à ne laisser aucun interstice permettant l'accès des moustiques (voir p. 94) ;

3. — Fermer hermétiquement toutes les ouvertures de sa maison : portes, fenêtres, vérandas, bouches d'aérage, cheminées, par du tissu métallique, ayant de 7 à 8 fils par centimètre (voir p. 96) ;

4. — Se frotter, avant de s'endormir, les parties découvertes du corps (figure, cou, mains), avec une lotion dermique, à base d'huiles essentielles, qui éloigne les moustiques (voir p. 82) ;

5. — Faire un usage journalier de quinine. Le Dr C. Christy recommande une dose de 25 centigrammes de quinine, prise à 10 heures du soir.

Destruction des moustiques adultes.

Il est important de détruire indistinctement tous les moustiques adultes qui hantent les habitations. A cette fin, on pourra utiliser :

A) Des fumigations à l'aide de substances dont la fumée ou les vapeurs tuent les moustiques. Les plus recommandables de ces substances sont : les poudres de pyrèthre (1 livre par 25 m³ d'air), l'anhydride sulfureux (2 livres de soufre par 25 m³ d'air), le crésyl (gr. par m³ d'air), un mélange de camphre et d'acide phénique (75 à 100 gr. par 23 m³ d'air), etc. (voir p. 110) ;

B) Des aspersions avec liquides culicides, à base de savon (voir page 115) ;

C) Des appareils de capture : pièges à main, servant à prendre les moustiques dans les chambres, avant de se coucher, et pièges fixes, placés à demeure dans les locaux infestés par les moustiques *Anopheles* et où ces derniers se réfugient pendant le jour (voir p. 117).

Il faut également protéger tous les ennemis naturels des moustiques adultes. Les principaux sont les chauves-souris, les oiseaux insectivores, les lézards et grenouilles, les araignées, les libellules, les fourmis, etc. (voir p. 123).

Destruction des larves de moustiques

Pour détruire les larves de moustiques, on peut, soit supprimer les agglomérations d'eau dans lesquelles elles se développent soit tuer les larves elles-mêmes.

A. SUPPRESSION DES MILIEUX OU SE DÉVELOPPENT LES LARVES.

Cette suppression peut se faire :

1. — En recherchant à l'intérieur des habitations, dans les cours et dépendances, tous les endroits où séjourne de l'eau : vases, citernes, tonneaux, gouttières obstruées, abreuvoirs, rigoles, etc., et en les traitant d'une manière appropriée. On pourra, par exemple, les vider, les nettoyer, les enlever, les couvrir, les retourner, suivant les cas (voir page 128).

Il faudra également inspecter soigneusement tous les terrains avoisinant les habitations, ainsi que les tas d'ordures et de décombres. On y trouvera beaucoup de réservoirs à larves, tels que boîtes à conserves vides, vieilles casseroles, tessons de bouteilles, coques et coquilles vides, etc., qui retiennent des quantités, même minimes, d'eau de pluie.

2. — En débroussant les cours ainsi que les terrains vagues qui se trouvent dans les agglomérations ou dans leurs environs immédiats. Cette opération permet de découvrir tous les petits endroits favorables au développement des larves de moustiques ; de plus, elle chasse les moustiques adultes, qui se réfugient pendant le jour dans la végétation basse et les hautes herbes (voir p. 121).

3. — En comblant, dans un certain rayon autour des habitations, toutes les petites dépressions pouvant contenir l'eau des pluies : petites mares, flaques d'eau, etc. Comme matériaux de remplissage, il faut employer des terres perméables (voir p. 141) ;

4. — En drainant par fossés ouverts ou conduites bétonnées, les marais, terrains marécageux ou inondés, se trouvant à moins d'un kilomètre des habitations. Cette opération, bien exécutée, est radicale, mais elle est souvent coûteuse (voir p. 142) ;

5. — En débarrassant de leur végétation, les berges des cours d'eau, les rives des étangs et des lacs et en enlevant les plantes aquatiques qui servent de refuge aux larves (voir p. 150) ;

6. — En nettoyant les rigoles, fossés, drains et petits cours d'eau, et en régularisant leur écoulement (voir p. 143).

B. DESTRUCTION DES LARVES

1. — Le procédé le plus employé, pour détruire les larves, dans les flaques, mares et pièces d'eau qui ne peuvent être asséchées par comblement ou drainage, consiste dans l'épandage à la surface, d'une *mince couche de pétrole brut (mazout) ou autre* (voir p. 151).

Le pétrole tue les larves, en les empêchant de venir respirer à la surface et probablement aussi en les empoisonnant.

Sous les climats tropicaux, il faut en moyenne de 10 à 20 grammes de pétrole par mètre carré de surface liquide. L'application devra se faire toutes les semaines ou au minimum tous les dix jours. Une boîte à lait condensé remplie de pétrole, est suffisante pour recouvrir d'une couche uniforme, une mare d'environ 20 mètres carrés (voir pp. 157-158).

Pour les petites pièces d'eau, il suffira de verser le pétrole en un point quelconque de la rive ou de le lancer à la volée dans la direction du vent. Pour les plus grandes surfaces, on se servira d'appareils spéciaux : pompes et pulvérisateurs. Il existe également des appareils distributeurs automatiques, pour l'épandage du pétrole sur les eaux courantes (voir p. 159).

2. — On peut encore empoisonner les larves dans les eaux, en y versant des produits larvicides spéciaux (voir p. 162).

3. — Enfin, la destruction des larves dans les réservoirs, tanks d'eau de pluie, mares et étangs, peut encore se faire en y introduisant de petits poissons qui en font leur nourriture. Il existe dans les eaux congolaises, de nombreuses espèces de petits poissons culiphages. (voir p. 181).

APPENDICE

CLEF POUR LA DÉTERMINATION DES ESPÈCES AFRICAINES D'ANOPHELES

Dressée par M. F. W. Edwards, B. A., F. E. S.
Assistant au Département d'Entomologie du British Museum (Natural History) de Londres (*).

ANOPHELES AFRICAINS

1 — Thorax à écailles largement elliptiques distinctes (excepté chez *A. Christyi.*); palpes de la femelle avec écailles irrégulièrement dressées; abdomen ordinairement plus ou moins écaillé..... 2
Thorax revêtu de poils ou d'écailles étroites, semblables à des poils; écailles des palpes de la femelle ordinairement comprimées; abdomen sans écailles sur la face dorsale..... 13
2 — Ecailles abdominales manifestement présentes sur tous les segments..... 3
Ecailles abdominales absentes ou si présentes, confinées aux segments terminaux (« *Nyssorhynchus* »)..... 8
3 — Ecailles abdominales formant des touffes latérales saillantes distinctes *(Nyssorhynchus [=Cellia])*..... 4
Ecailles abdominales ne formant pas de touffes *(Neocellia)*..... 9
4 — Dernier article des tarses postérieurs clair, ou au moins à pointe claire..... 5
Dernier article de tous les tarses entièrement foncé..... 7
5 — Dernier article des tarses antérieurs et médians entièrement foncé; espèce jaunâtre, plutôt grande (5-6mm.) (**) 1 *pharoensis* (§) (***)
Dernier article des tarses antérieurs et médians clair ou à pointe claire; espèces plus petites et moins jaunes (4,5mm. ou moins)..... 6
6 — Dernier article de tous les tarses, complètement jaune; les autres articles régulièrement annelés de noir et de jaune; espèce très petite (3mm.)..... 2 *cinetus*
Dernier article de tous les tarses à pointe blanche, les autres articles non annelés; espèce plus grande..... 3 *Jacobi*
7 — Tarses postérieurs entièrement noirs 4 *argenteolobatus*

(*) Cette clef, dont nous donnons la traduction, a été publiée dans le numéro de novembre 1912, du *Bulletin of Entomological Research* de Londres. (Vol.III,Pt.3,p.241.)

(**) Sauf indication contraire, les mesures donnent la longueur du corps, à l'exclusion de la trompe.

(***) Les espèces connues comme transmettant la malaria, sont indiquées par le signe (§).

Quatre premiers articles des tarses postérieurs avec anneaux blancs à l'extrémité ..... 5 *squamosus*

8 — Dernier article des tarses blanc; petite espèce (3.5mm.) ..... 6 *maculicosta*

Dernier article des tarses non blanc; grande espèce (7mm.) ..... 7 *Christyi*

9 — Tarses postérieurs entièrement foncés; trois bandes blanches aux palpes de la femelle, les deux premières étroites. 8 *brunnipes*

Deux ou trois derniers articles des tarses postérieurs blancs 10

10 — Palpes avec quatre bandes blanches étroites; écailles des ailes lancéolées; pattes tachetées ..... 9 *aureosquamiger*

Palpes à trois bandes, les deux dernières plutôt larges; les écailles des ailes beaucoup plus étroites..... 11

11 — Fémurs et tibias tachetés de blanc..... 12

Fémurs et tibias sans taches blanches 10 *rufipes*

12 — Palpes tachetées de blanc..... 11 *maculipalpis* (§)

Palpes sans taches blanches..... 12 *pretoriensis*

13 — Abdomen avec des touffes latérales d'écailles très longues et minces, sur chaque segment *(Christya)*..... 13 *implexus*

Abdomen sans touffes d'écailles latérales 14

14 — Écailles des ailes principalement jaunes; les taches noires sur les nervures très réduites, mais trois marques noires longues et une courte sur la costa et la première nervure, les deux premières presque réunies 15

Ailes non marquées de cette façon..... 16

15 — Les 2 3/4 derniers articles des tarses postérieurs blancs ..... 14 *Theileri*

Les derniers articles des tarses postérieurs foncés ..... 15 *Wellcomei*

16 — Ailes avec au moins trois taches pâles sur le bord antérieur (les espèces douteuses sont comprises dans la division suivante *(Muzomyia)* 17

Ailes avec au plus deux taches pâles sur le bord antérieur 36

17 — Derniers articles des tarses postérieurs blancs; pattes tachetées..... 16 *natalensis*

Derniers articles des tarses postérieurs non blancs 18

18 — Fémurs et tibias plus ou moins tachetés de blanc; tarses distinctement annelés aux jointures..... 19

Fémurs et tibias n'ayant pas de taches blanches 20

19 — Métatarses postérieurs avec environ cinq anneaux blanchâtres, étroits et bien marqués; palpes de la femelle avec quatre anneaux blancs étroits. 17 *ardensis*

Métatarses postérieurs sans anneaux distincts; palpes de la femelle avec trois anneaux blancs, le dernier large ..... 18 *costalis* (§)

20 — Troisième nervure avec trois surfaces foncées et deux claires; palpes du mâle avec la massue principalement

jaune, comme chez *costalis*..... 19 *pallidopalpi*
Troisième nervure ayant seulement deux surfaces foncées (près de la base et de la pointe), ou entièrement foncée..... 21

21 — Palpes de la femelle, à pointes blanches; base de la première cellule fourchue, plus près de l'extrémité de l'aile que celle de la seconde cellule; espèce petite, très foncée..... 20. *nili*
Palpes de la femelle, avec trois ou quatre anneaux blancs..... 22

22 — Troisième nervure en grande partie (*funestus*, forme type et *culicifacies*) ou complètement foncée; mesonotum revêtu de poils 23
Troisième nervure en grande partie pâle..... 26

23 — Tarses postérieurs avec des anneaux pâles bien distincts; champ des ailes avec quelques taches pâles..... 21 *longipalpis*
Pattes entièrement foncées..... 24

24 — Champ des ailes entièrement foncé; aucune écaille pâle, même à la base des cellules fourchues..... 22 *rhodesiensis*
Taches pâles présentes à la base des cellules fourchues, même chez les spécimens les plus foncés..... 25

25 — Espèce la plus claire, méditerranéenne et orientale ..... 23 *culicifacies* (§)
Espèce la plus foncée (très variable); éthiopienne ..... 24 *funestus* (§)

26 — Palpes de la femelle à pointes noires..... 27
Palpes de la femelle à pointes blanches (chez *A. cinereus*, les écailles blanches de la pointe sont faciles à enlever); le mesonotum avec des écailles étroites, mais bien distinctes..... 30

27 — Pas d'écailles foncées sur la première cellule fourchue ou sur la branche antérieure de la seconde..... 25 *impunctus*
Taches foncées présentes (quoique parfois petites) sur la première cellule fourchue 28

28 — Le revêtement du mesonotum consistant en poils ..... 26 *hispaniola* (§)
Le revêtement du mesonotum consistant en écailles étroites 29

29 — Troisième et quatrième taches costales plus petites; première cellule fourchue principalement à écailles pâles..... 27 *Chaudoyei*
Troisième et quatrième taches costales plus larges; première cellule fourchue principalement à écailles foncées... 28 *multicolor*

30 — Dernier article des palpes de la femelle en grande partie foncé, mais pâle à chaque extrémité; grande espèce, ayant une longueur d'aile d'environ 5mm..... 29 *cinereus*
Dernier article des palpes de la femelle en grande partie ou totalement blanc. 31

31 — Tarses foncés; anneau médian des palpes de la femelle plutôt étroit..... 32
Tarses avec articulations pâles..... 33

32 — Longueur moyenne des ailes: 3,8mm. 30 *transvaalensis*
Longueur moyenne des ailes: 3mm. 24 *funestus* (§)

33 — Grande espèce (environ 5mm.), méditerranéenne ..... 31 *superpictus*
Plus petite; éthiopienne; les anneaux médian et terminal clairs des palpes de la femelle sont presque égaux et plutôt larges; articles des tarses avec des anneaux jaunâtres étroits..... 34
34 — Espèce grande, foncée (3,5 à 4,5mm.); troisième et quatrième taches costales plus grandes ..... 32 *Marshalli*
Espèce plus petite et plus claire (3 à 3,2mm.); troisième et quatrième taches costales plus petites..... 35
35 — Une tache noire à l'extrémité de l'aile 33 *Pitchfordi*
Pas de tache noire à l'extrémité de l'aile..... 34 *flavicosta*
36 — Thorax revêtu d'écailles étroites; taches claires des ailes plus nombreuses..... 37
Thorax revêtu de poils (sauf les écailles près du bord antérieur); ailes très foncées ou tout au moins d'une couleur uniforme 39
37 — Les deux dernières bandes des palpes (chez la femelle) presqu'égales et plutôt larges — comme chez *A. Marshalli*, articles des tarses avec, à l'extrémité, des anneaux blancs plutôt larges. 35 *Austeni*
Palpes de la femelle avec quatre anneaux blanchâtres étroits; l'article terminal ayant au milieu un anneau foncé..... 38
38 — Nombreuses écailles fourchues jaunes sur la tête; pattes foncées, tarses à peine annelés ..... 36 *distinctus*
Pas d'écailles fourchues jaunes sur la tête; fémurs et tibias tachetés de blanc; tarses distinctement annelés aux jointures ..... 18 *costalis* var. *melas*
39 — Deux ou trois derniers articles des tarses postérieurs blancs; femelle avec une touffe d'écailles sur le côté ventral du dernier segment abdominal *(Myzorhynchus)* ..... 37 *mauritianus (paludis)* (§)
Derniers articles des tarses postérieurs non blancs; femelle sans touffe d'écailles ventrales 40
40 — Espèces noirâtres; ailes avec quelques taches pâles 41
Espèces plus claires; ailes sans aucune tache pâle 42
41 — Palpes de la femelle à écailles irrégulièrement dressées; écailles pâles des ailes présentes, surtout sur les 4me, 5me et 6me nervures.....38 *umbrosus* (§)
Palpes de la femelle à écailles comprimées : écailles pâles des ailes moins nombreuses et présentes, surtout sur la première nervure..... 39 *Smithii*
42 — Ailes avec taches foncées formées par accumulation d'écailles ..... 40 *maculipennis*
Ailes sans aucune tache foncée..... 43
43 — Première cellule fourchue plus longue que la seconde ..... 41 *algeriensis* (§)
Cellules fourchues d'égale longueur. 42 *antennatus*

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES ESPÈCES AFRICAINES D'ANOPHELES.

ESPÈCES	COLONIES OU L'ESPÈCE A ÉTÉ SIGNALÉE
A. pharœnsis Theob.	Egypte, Soudan, Gambie, Côte de l'Or, Nigérie N. et S., Togo, *Congo* belge, Angola, Rhodésie S., Baie de Delagoa, Madagascar, Asie occidentale. (*)
A. cinctus, Newst. et Carter.	Achanti.
A. Iacobi, Hill et Hayd.	Natal.
A. argenteolobatus, Gough.	Transvaal, Rhodésie N. E.
A. squamosus, Theob.	Egypte, Soudan, Nigérie N., Sierra-Leone, Côte de l'Or, Angola, Natal, Transvaal, Rhodésie S., Nyassaland, Afrique orientale anglaise, Zanzibar, Madagascar.
A. maculicosta, Beck.	Egypte.
A. Christyi, Newst. et Carter.	Ouganda, Afrique orientale anglaise (Njoro et Nairobi).
A. brunnipes, Theob.	Angola.
A. aureosquamiger, Theob.	Transvaal.
A. rufipes, Gough.	Afrique orientale anglaise, Côte de l'Or, Nigérie N. et S.
A. maculipalpis, Giles.	Transvaal, Rhodésie S., Angola, *Congo belge*, Nigérie N., Afrique orientale, Maurice, Indes.
A. pretoriensis, Theob.	Transvaal, Natal, Côte de l'Or (Nord), Asie occidentale.
A. implexus, Theob.	Ouganda, Nyassaland.
A. Theileri, Edw.	Transvaal, Nigérie.
A. Wellcomei, Theob.	Soudan, Nigérie N., Angola.
A. natalensis, Hill et Hayd.	Natal.
A. ardensis Theob.	Natal.
A. costalis, Theob.	*Espèce commune dans toute l'Afrique* (région éthiopienne) et dans les îles voisines. Asie occidentale.
A. pallidopalpi, Theob.	Sierra-Leone.
A. nili, Theob.	Soudan, Nigérie N. et S., Togo.
A. longipalpis, Theob.	Afrique orientale anglaise, Nyassaland.
A. rhodesiensis, Theob.	Rhodésie S., Transvaal, Sierra-Leone, Asie occidentale.
A. culicifacies, Giles.	Algérie, Asie occidentale, Indes.

(*) Par Asie occidentale nous entendons l'Asie mineure, la Syrie, la Palestine, l'Arabie, la Mésopotamie, la Perse, le Turkestan, l'Afganistan et le Baloutchistan. Christophers S. R. a donné un aperçu de la faune anophelienne de ces régions dans *Indian Jl. Med. Res.*, Calcutta, d'avril 1920 *(A. Summary of recent Observations on the Anopheles of the Middle East).*

ESPÈCES	COLONIES OU L'ESPÈCE A ÉTÉ SIGNALÉE
A. funestus, Giles.	*Espèce distribuée dans toute l'Afrique* (région éthiopienne), mais plus commune en Afrique occidentale.
(*) *A. impunctus*, Dönitz.	Egypte.
(*) *A. hispaniola*, Theob.	Algérie, Espagne.
(*) *A. Chaudoyei*, Theob.	Algérie, Chypre, Indes.
(*) *A. multicolor*, Camb.	Suez, Le Caire.
A. cinereus, Theob.	Aden, Afrique orientale anglaise, Rhodésie S., Transvaal, Natal, Cap, Asie occidentale.
A. transvaalensis, Carter.	Afrique orientale anglaise, Transvaal, Natal.
A. superpictus, Grassi.	Mashonaland (?) Asie occidentale.
A. Marshalli, Theob.	Ouganda, Afrique orientale anglaise, Nyassaland, Rhodésie S., Transvaal, Angola.
A. Pitchfordi, Giles.	Zoulouland, Angola, *Congo .belge*, Ouganda.
A. flavicosta, Edw.	Nigérie N.
A. Austeni Theob.	Angola.
A. distinctus, Newst. et Carter.	Rhodésie N. E.
A. mauritianus, Grandpré (*paludis*, Theob.)	Espèce distribuée dans toute l'Afrique, mais peu commune.
A. umbrosus, Theob.	Côte de l'Or, Nigérie S., *Congo belge* (Coquilhatville 1910), Cameroun, Etats malais.
A. Smithii, Theob.	Sierra-Leone.
A. maculipennis, Mg.	Algérie, Tunisie, Egypte (?), Europe, Amérique du Nord (?), Asie occidentale.
A. algeriensis, Theob.	Algérie.
A. antennatus, Beck.	Egypte. (**)

(*) D'après le Dr L. H. Gough (*Bull. Entom. Research*, Vol. V, 1914-15, pp.133-135), les quatre espèces : *A. impunctus*, *A. hispaniola*, *A. Chaudoyei*, *A. multicolor*, sont toutes synonymes d'*A. multicolor* Camb. et de plus, l'espèce asiatique *A. (Myzomyia) turkhudi* est également la même.

(**) D'après le Capt. P. H. Bahr (11), on rencontre également en Egypte, *A. (Myzomyia) turkhudi* (Egypte) et *A. palestinensis (Sergenti)* (Egypte, Algérie, Espagne), et d'après M. G. Sterey (196), *A. bifurcatus* L.

BIBLIOGRAPHIE

I. — Liste des Ouvrages et Travaux cités.

N.-B. — Cette liste ne donne que les ouvrages et travaux cités dans la brochure. Elle ne peut être considérée comme une bibliographie complète sur les moustiques, qui prendrait un grand nombre de pages.

(1)—W. M. Aders : Insects injurious to Man and Stock in Zanzibar, *Bull. of Entom. Research*, London, Vol. VII, Pt 4 May 1917, pp. 391-401.

(2) — Economic Biology. Entomology in Relation to Public Health and Preventive Medicine and Veterinary Science, Zanzibar Protectorate. *Ann. Rept. Pub. Health. Dept for* 1916. Zanzibar 1917, pp. 32-37.

(3)—D. Alexander : Sanitation, *Govt Gold Coast Med. and San. Rept for year* 1916. Accra, 27 april 1917, p. 11-14.

(4)—J. A. Allen, Herbert Lang and James P. Chapin : The American Museum Congo Expedition Collection of Bats. *Bull. of the American Museum of Natural History*; Vol. XXXVII, Art. XVIII, pp. 405-563, New York, Sept., 1917.

(5)—Dr. F. Arnold : *Transvaal Agricult. Jl.* October, 1907.

(6)—E. E. Atkins and A. Bacot : The relation between the Hatching of the Eggs and the Development of the Larvae of *Stegomyia fasciata (Aedes calopus)*, and the Presence of Bacteria and Yeasts. *Parasitology*, London, IX, No.4, 27 July 1917, pp. 482-536.

(7)—E. E. Austen : Anti-Mosquito Measures in Palestine during the Campagns of 1917-1918. *Trans. Soc. Trop. Med. Hyg.*, London, XIII, No. 4, 21 Nov. 1919, pp. 48-60.

(8)—A. W. Bacot : Report of the Entomological Investigation undertaken for the Commission for the Year August 1914—July 1915—*Rept. Yellow Fever Commission (West Africa)*, London, March 1916, 191 p., 27 fig., 29 pl., 9 charts.

(9)— Note on the Period during which the Eggs of *Stegomyia fasciata (Aedes calopus)* from Sierra-Leone Stock retain their Vitality in a humid Temperature. Separate from *Parasitology*, Cambridge, X, No. 2, 22 January 1918, pp. 280-83.

(10)—A. Bacot and G. Talbot : The comparative Effectiveness of certain Culicifuges under Laboratory Conditions. *Parasitology*, Cambridge, XI, No .2, Feb. 1919, pp. 221-236.

(11)—Capt P. H. Bahr : On the Transmission of the Subertian Malaria Parasite *(Plasmodium falciparum* Welch 1897), by Egyptian *Anopheles : Jl. R. A. M. C.*, London, XXX , No. 6, June 1918, pp. 606-608.

(12)—A. W. Baker : Preliminary Notes on the Use of Repellents for Horn Flies and Stable Flies on Cattle. *47th Annual Rept. Entom. Soc. Ontario, for* 1916, Toronto, 1917, pp. 52-56.

(13)—A. Balfour : Tropical Problems in the New World, *Trans. Soc. Trop. Med. and Hygiene*, London, VIII, No. 3, Jan., 1915, p. 75.

(14)—Dr. J. Bequaert : Dispersion et biologie des Diptères hématophages au Congo Belge. Chapitre VII du *Rapport sur les Travaux de la Mission scientifique du Katanga* (octobre 1910 à septembre 1912) par les Drs J. Rodhain, C. Pons, F. Van den Branden et J. Bequaert, 254 p., 47 fig., 3 pl., Ministère des Colonies, Bruxelles 1913.

(15)—G. A. H. Bedford : New Culicine Larvae from the Transvaal. *Union S Africa Dept. Agric.* 5th and 6th Repts. Direc. Vet. Research, April 1918, Pretoria 1919, pp. 739-743.

(16)—C. S. Banks : The Swarming of Anopheline Mosquitoes. *Philippine Jl. Science*, Manila XV, No. 3, Sept. 1919, pp. 281-88.

(17)—F. C. Bishop : *Amer. Jl., Trop. Med. and Prev. Dis.* New Orleans, U.S.A., No, 12, June, 1915.

(18)—B. Blacklock and H. F. Carter : On the Results obtained from the Surveys for breeding Places of Tree-hole Mosquitoes in Liverpool and Neighbourhood. *Ann. Trop. Med. Parasit.* Liverpool, XIV, No. 1, 30 June 1920, pp. 115-126.

(19)—R. Blanchard : Le danger du Paludisme et de la Fièvre jaune en France. Moyens de l'éviter. *Bull. Acad. Med. Paris*, L. XXVII, No 21, 22 mai 1917, p. 657.

(20)—S. L. Bostin : Notes : Eucalyptus Trees and Malaria. *Agric. Jl. India*, Agric. Res. Inst. Pusa, Calcutta. XII, No. 3, July 1917, p. 495.

(21)—G. A. Boulenger : Catalogue of the Fresh Water Fishes of Africa, 3 vol., *British Museum, Natural History*, London.

(22)—L. Bousfield : Malaria with Reference to (1) the Danger of imported Anopheline Insects; (2) An unusual Breeding Ground. *Trans. Soc. Trop. Med. Hyg., London*, XII, No. 3, 17 Jan. 1919, pp. 52-58.

(23)—Sir Rubert Boyce, F.R.S. : The Prevalence, Distribution and Significance of *Stegomyia fasciata* in West Africa, *Bull. of Entom. Res.*, London, Vol. I, Pt. 4, Jan., 1911.

(24)— Note upon Yellow Fever in the black Race and its bearing upon the Question of the Endemicity of Yellow Fever in West Africa. *Annals of Trop. Med. and Paras*, Liverpool, Vol. V, No. 1, 1911.

(25)—Sir Rubert Boyce, F. R. S., and F. C. Lewis : The Effect of Mosquito Larvae upon drinking Water, *Annals of Trop. Med. and Paras. Liverpool*, Vol. III, No. 5, 1919.

(26)—C. A. Brentley : Note on Experiments to determine the Reaction of Mosquitoes to artificial Light. *Proceed. Third All. India San. Conf. Lucknow*, Jan. 19-27, 1914, p. 9-11, Suppl. to *Ind. Jl. Med. Research.*

(27)—Dr. F. Brocher : L'aquarium de chambre—Introduction à l'Etude de l'Histoire naturelle, 452 p., 156 fig., Payot & Co., Lausanne (Suisse), 1913.

(28)—Sir D. Bruce : Camping in the Tropics. *Trans. Soc. Trop. Med. Hyg. London*, X, No. 8, July 1917, pp. 199-206

(29)—E. Brumpt : Précis de Parasitologie, 2me édit., 1,012 p., 698 fig., et 4 pl., Masson et Cie, Paris, 1913.

(30)—Dr. Chas. A. R. Campbell : The Eradication of Mosquitos by the Cultivation of Bats. Communication to the International Institute of Agriculture, Rome, *Monthly Bull. of Agricult Intel. and Plant Diseases*, IV, No. 8, August, 1913.

(31)—H. R. Carter : Malaria-Lessons on its Cause and Prevention. For use in Schools *U. S. Pub. Health. Serv.*, Suppl. No. 18, 20 p., 23 fig., Washington, 1918.

(32)— Screening as an antimalarial Measure. *U. S. Pub. Health Serv.* Bull., No. 183, 12 p., Washington, 1918.

(33)—A. Celli : La Malaria in Italia durante il 1912. *Ann. Igiene Sperimt.*, Torino, 1914, XXIV, Pt. 2, pp. 177-244.

(34)—A. C. Chandler : The Western Newt or Water-Dog *(Nolophthalmus torosus)*, a Natural Enemy of Mosquitoes. *Oregon Agric. Coll. Expt Sta.* Corvallis, Bull. 152, June 1918, 24 pp., 6 fig.

(35)— E. Charleman : On the Question of the Food of Dragon Flies (en russe), Friend of Nature, Petrograd, No. 1, Jan., 1915.

(36)—F. E. Chidesder : A biological Study of the more important of the Fish Enemies of the Salt-Marsh Mosquitoes, *New Jersey Agr. Exp. St.*, New Brunswick, Bull. 300, 16 pp., 1 pl., 2 fig.

(37)— Dytiscus as a Destroyer of Mosquito Larvae. *Entomol. News.* Philadelphia Pa., XXVIII, No. 10, Dec. 1917, p. 454.

(38)—C. Christy, M. B., C. M. : Notes on Malaria for Officers and Men. *Lancet*, London, vol. CXCIII, No. 4909, 29 sept. 1917.

(39)—J. B. Cleland, B. Bradley and Mc Donald W. : Dengue Fever in Australia, 7th. Rept. Microbiol. Lab. for 1916, pp. 185-232.

(40)—R. H. Creel : Hydrocyanic acid gas : its practical Use as routine Fumigant — *U. S. Public Health Reports*, B. 49, Washington, Dec., 1915.

(41)—R. H. Creel and F. M. Faget : Cyanide Gas for the Destruction of Insects *U. S. Public Health Reports*, XXXI, No. 23. p. 1464, Washington, 9 June, 1916.

(42)—H. E. Cross : Annual Report of the Camel Specialists for the Year 1915-16, Lahore, 1916, 27 p.

(43)— Experiments with Emulsions for protecting Camels against the Attacks of Blood-sucking Flies. *Agric Res. Inst. Pusa.*, Calcutta, 1917, Bull. No. 76, 12 pp.

(44)—H. Curwen : Report on the Public Health Division for the Year 1916. Zanzibar Protectorate. *Ann. Rept. Publ. Health Dept. for 1916*, Zanzibar 1917, pp. 1-25.

(45)—A. Da Costa-Lima : Contribuicao para of estudo da Biolojia dos Culicideos—*Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, VI, No. 1, 1914, pp. 18-34.

(46)—J. M. Dalziel : Crab Holes, Trees and other Mosquito Sources in Lagos. *Bull. Entom. Res.* Vol. XI, Pt. 3, Dec. 1920.

(47)—S. T. Darling : Studies in Relation to Malaria : *Isthmian Canal Commission Laboratory of the Board of Health. Deprt. of Sanitation.* Sc. edit., 42 p., *Mount Hope, Canal Zone.*

(48)—J. A. Delmege : Some practical Notes on the Prevention of Mosquito-Breeding. *Jl. Trop. Med. and Hyg.*, London, XXII, No. 19, 1e Oct. 1919, pp. 181-84.

(49)—R. C. Derivaux : The Relation of the Railroads in the South to the Problem of Malaria and its Control. *U. S. Public Health Repts*, Washington D. C., XXXIII, No. 31, 2 Aug. 1918, p. 1267-1271.

(50)—I. Di Pagi : A proposito della Malaria da Sterri. Problemi di Malariologia. *La Malariologia*, Naples, Series 1, 9e année, No. 1-6, Janv.-Déc. 1916, pp. 23-57-81-103-134 et 171.

(51)—G. D'Ormea : Sull' Uso della Pomata al Timolo come Misura culicifuga per le Truppe in Servizio in Localita malariche. *Giorn. Med. Milit., Rome*, t. 67, 1919, No. 2, Fev. 1919, pp. 296-300.

(52)—L. H. Dunn : The Lake Mosquito : *Mansonia litillans* Walk, and its Host Plant : *Pistia stratiotes* L. in the Canal Zone Panama. *Entom. News* Philadelphia, XXIX, No. 7-8, July-Oct. 1918, pp. 260-269 et 288-295.

(53) — Report on the Mosquitoes caught by Hand in the Canal Zone from February 1st 1916 to January 31 st. 1917. *Proc. Med. Assoc. Isthmian Canal Zone*, Mount Hope, C. Z., X., Pt 2, 1919, pp. 145-169.

(54)—J. E. Dutton, M.B., et J. L. Todd, B.A., M.D. : Rapport sur l'expédition au Congo 1903-05. — *Mémoire XX de l'Ecole de Médecine tropicale de Liverpool.* — La prophylaxie de la malaria, 58 p., The University Press of Liverpool, 1906.

(55)—H. G. Dyar and F. Knab : Bromelicolous Anopheles. *Insecutor Inscitiae Menstruus*, Washington D. C., V., No. 1-3, Jan.-March 1917, pp. 38-40.

(56)— Bromelicolous Anopheles. A. Correction. *Insecutor Inscitiae Menstruus.* Washington D. C., VI., No. 7-9, July-Sept. 1918, pp. 140-141.

(57)—F. Eckstein : Malariaforschung in Bayern. *Munchener Med. Wochenschr.* Munich, 1920, No. 7, pp. 183-184.

58)— F. W. Edwards B.A., F.E.S. : A Synopsis of the Species of African Culicidae other than Anopheles. *Bull. of Entom. Research.* London, Vol. III, Pt. 1, May 1912, p. 1.

(59)— A. Key for determining the african Species of *Anopheles* (sensu

lato). *Bull. of Entom. Research*, London, Vol. III, Pt. 3, Nov. 1912, p. 241.

(60)— An annotated List of Mosquitos occurring at Durban, Natal. *Durban Museum*, I, No. 2, 15 May 1915, pp. 160-66.

(61)— Mosquitoes and their Relation to Disease. Their Life-History, Habits and Control. *British Museum (Natural History), Economic Series*, No. 4, 20 pp. 1916.

(62)—H. E. Ewing : The Use of Palliatives for Mosquito Bites. *Jl. Econom. Entom.* Concord. N. H., XI, No. 5, Oct. 1918, pp. 401-404.

(63)—J. C. Faure B. S. M. A. : Mosquitoes and Malaria. *The Agric. Jl..of the Un. of South Africa*, Febr. 1914.

(64)—C. Fermi : La Profilassi antimalarica in due Citta Sarde. *Annali d'Igiene* Rome, XXVII, No. 4, 30 Av. 1917, pp. 228-236.

(65)—J. Feytaud et E. Gendre : Sur la résistance des larves de Culicides dans les eaux picriquées. *Bull. Soc. path. exotique*, Paris. XII. No. 5, 14 mai 1919, pp. 231-234.

(66)—J. W. Fielding : Notes on the Bionomic of *Stegomyia fasciata* Fabr. (Part. I). *Ann. Trop Med. Parasit.* Liverpool, XIII, No. 3, 10 Dec. 1919, pp. 259-296.

(67)—A.M. Flem'ng, C.M.G., M.B., F.R.C.S. : Malaria, its History, Prevention and Cure, 16 p. *Rhodesian Agricultural Journal*, April 1905.

(68)—P. C. Flu : Onderzoek, naar de Levensduur van *Stegomyia fasciata* by lage Temperaturen. *Geneesk. Tijdschrift Nederl. Indie* Weltevreden, t. 50, No. 3, 1920, pp. 418-420.

(69)—Francis : *Public Health and Mar. Hospit. Service*, Rpt. XXII, 1907, p. 382.

(70)—S. B. Freeborn : The Rice Fields as a Factor in the Control of Malaria. *Jl. Econ. Entom. Concordia*, N.H., X, No. 3, June 1917, pp. 354-359.

(71)— S. B. Freeborn and R. F. Atsatt : The Effects of Petroleum Oils on Mosquito Larvae. *Jl. Econ. Entom.* Concord., N. H., XI, No. 3, June 1918, pp. 299-308.

(72)—B. Galli-Valerio : Beobachtungen über Culiciden. *Centralbl. f. Bakt., Parasit. u. Infektionskr.* Iena, t. 78, No. 2, 30 June 1916, pp. 90-96.

(73)—C. Garin : Etude sur un bacille parasite des larves d'*Anopheles* : le B. de Loutraz. *C. R. Soc. Biolog.*, Paris, t. 81, No. 1, 12 janv. 1918, pp. 41 43.

(74)—J. C. Geiger and W. C. Purdy : Experimental Mosquito Control in Rice Fields. *Jl. Amer. Med. Assoc.* Chicago, Ill., LXXII, No. II, 15 March 1919, pp. 774-79.

(75)—G. Giemsa : Ueber die weitere Vervollkomnung des Muckenspray-verfahrens (Konspersionsmethode)— *Arch. fur Schiffs und Tropen-Hygiene*, Leipzig XVIII, No. 1, Jan., 1914.

(76)—F. Glaser : Ueber die Vermehrungsfähigkeit von *Culex pipiens Biol. Zbd*, XXXVII, pp. 531-33.

(77)—M. Gofferje : Die Wirkung verschiedener Salze auf Larven von *Culex pipiens*, L. *Mitt. Zool. Inst. der Westfalischen Wilhelms Univr.* Munster, No. 1, 20 Nov. 1918, pp. 9-11.

(78)—Dr. W. M. Graham : A. Fish that Preys on Mosquito Larvae in Southern Nigeria, *Bull. of Entom. Research*, London, Vol. II, Pt. 2, July, 1911, p. 137.

(79)— W. R. Greening :Mosquito Control at Messina (Transvaal). *S. African Med. Record*, Cape Town, XV, No. 7, 14 April 1917, pp 105-107.

(81)—T. D. H. Griffitts : A. Mosquito collecting Device, *Jl Americ., Med.* the Attacks of Flies. *Bull. 131 U. S. Dept. of Agricult.*, Washington, Sept. 1914.

(81)—T. D. H. Griffitts : A. Mosquito collecting Device, *Jl. Americ., Med. Assoc. Chicago*, LXVII, No. 2, 8 July 1916, p. 117.

(82)— Winter Hibernation of *Anopheles* Larvae. *U. S. Pub. Heath Repts.*, Washington D. C., XXXIII, No. 46, 15 Nov. 1918.

(83)—Dr. A. X. Grigoriew : Anti-Mosquito Liquid. of Dr. Med. J. I. Malinin. as a Remedy in the Campaign against Malaria (Tiflis, 1905. 118 p.). *Rev. of applied Entom.* S.B., Vol. III, Pt, 7, July, 1915, pp 105-6.

(84)—C. G. Hay M. B. : First Measures in Malaria Prevention for Farmers and Settlers. The Role of Nature in the Suppression of Malaria. Publ. No. 11. *The South African Anti-Malarial Association.* P. O. Box 2879, Johannesburg (South Africa), 44 p., 17 fig.

(85)—Y. Hayashi : Mosquito Eradication by Fumigation. *Taiwan Igakukai Zasshi (Jl Soc. médicale de Formose)*, No. 173, 28 March 1917,

(86)— C. Hederer et M. Sellier : Sur un appareil nouveau à sulfuration pour désinsectisation et désinfection. *Arch. Méd. Pharm. navales.* Paris, C. VIII, No. 2, août 1919, pp. 118-123.

(87)—H. Hendley : Report on Malaria in the Punjab during the year 1915, together with Account of the Work of the Punjab. Malaria Bureau, Lahore, 1916.

(88)— : Id. during year 1916, Lahore 1917.

(89)—A. K. Henry : Destruction of Mosquito Larvae in Streams. A thorough and economic Method, *Lancet*, London, CXCVI, No. 4995, 24 May 1919, pp. 908-909.

(90)—W. B. Herms : Medical and Veterinary Entomology, 394 p., 228 fig., The Macmillan Co., New York, 1915.

(91)—F. P. W. Hough : Extermination of Mosquitoes in the naval proving Ground *U. S. Naval Bull.* Washington D. C., XII, No. 1, Jan 1918, pp. 144-146.

(92)—Dr. L. O. Howard, Ph. D. : Remedies and Preventives against Mosquitoes *Farmers' Bull.*, No. 444, U. S. Dept. of Agriculture, Washington, April, 1911, 16 p.

(93)— Some Facts about Malaria. *Farmers' Bull.* No. 450, U. S. Dept of Agriculture, Washington, 29 April 1911, 13 p.

(94)— The Yellow-Fever Mosquito. *Farmers' Bull.*, 547, U. S. Dept. of Agriculture, Washington, 26 July, 1913, 16 p.

(95)— Mosquitoes and Bats. *Public Health Repts.* Washington C. D., XXXV, No. 31, 30 July 1920, pp. 1789-1795.

(96)— Remedies and Preventives against Mosquitos. *U. S. Dept. of Agric.*, Washnigton D. C., *Farmer's Bull.* No. 444, Washington, 1917, 16 p.

(97)— Hydrocyanic-Acid Gas against Household Insects. *U. S. Dept. of Agric.*, Washington D. C., *Farmer's Bull.* No. 699, April 1916, 8 p.

(98)—F. M. Howlett : Report of the Imperial pathological Entomologist. *Scient. Repts. Agric. Inst. Pusa.*, 1917-1918, Calcutta 1918, pp. 117-120.

(99)—S. F. Hildebrand : Fishes in Relation to Mosquito Control in Ponds. *U. S. Pub. Health. Repts.* Washington D. C., XXXIV, No. 21, 23 May 1919, pp. 1113-1128.

(100)—A. Ingram, M.D., C.M., and J. W. Scott Macfie, M.A., D.Sc.: Notes on some distinctive Points in the Pupae of West African Mosquitos. *Bull. of Entom. Research*, London, Vol. VIII, Pt. I, August, 1917, p. 73.

(101)— The early Stages of certain West-African Mosquitos. *Bull. Entom Res.*, London, VIII, No. 2, December 1917, pp. 135-154, 4 pl., 8 fig.

(102)— The early Stages of West-African Mosquitos IV. *Bull. Entom. Res.*, London, X., Pt. I, Nov. 1919, pp. 59-69.

(103)—Major S. P. James : Summary of a Year's Mosquito Work in Colombo. *Indian Jl. Med. Research, Calcutta*, II, No. 1, July, 1914, p. 227-267.

(104)—A. F. Kennedy : Fish in Drains and Swamps in Bathurst. *Annual Report for* 1913, *Medical Department*, Bathurst, Gambia.

(105)—C. H. Kennedy : A. possible Enemy of the Mosquito. *Mthly. Bull. Calif. State Bd. Health*, Sacramento, XII, No. 5, Nov. 1916.

(106)—H. B. Kirk : On Mosquito Larvicides. Trans. and Proc. New Zealand Ins. for 1917. Wellington, I. 15 July 1918, pp. 193-196.

(107)—W. A. Lamborn : The Habits of a Dipteron predaceous on Mosquitos in Nyasaland. *Bull. Entom. Res.* Vol. XI, Pt. 3, Dec. 1920.

(108)—M. Langeron : La larve d'*Anopheles Chaudoyei* (Theobald 1903). *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris, XI, No. 4, 10 avril, 1918 pp. 291 à 297.

(109)—Dr. A. Laveran : Présentation de moustiquaires destinées spécialement aux troupes en campagne et aux voyageurs. *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris, Tome IX, No. 2, p. 75 et suiv.; No. 3, p. 122 et suiv.

(110)—H. M. Lefroy : Measures for Avoidance and Extermination of Flies, Mosquitoes, Lice and other Vermins. Thacker London 1916.

(111)— Fly-Sprays. *Trans. Soc. Trop. Med. and Hyg.*, London XIII, No. I, 16 May 1919, pp. 1-9.

(112)—J. C. Legendre : Destruction des moustiques par les poissons. *C. R. Acad. Sciences*, Paris, tome 163, No. 15, 9 oct. 1916, p. 377.

(113)— Sur un nouveau mode de transport des larves de moustiques *C. R. Soc. Biologie*, Paris, LXXXIX, No. 1, 8 janv. 1916 pp. 26-27.

(114)— Biologie des Anophelines de Tananarive. *C. R. Soc. Biologie*, Paris, No. 9, 11 mai 1918, pp. 493-95.

(115)—Léger et S. Mouriquand : Anopheles et anciens foyers paludiques dans les Alpes. *C. R. hebd. Académie des Sciences, Paris*, t. 167, No. 13, 23 sept. 1918, pp. 461-463.

(116)—R. Legroux : Présentation du matériel de prophylaxie anti-paludique destiné à l'armée d'Orient. *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris, 1917, Tome X, No. 6, p. 421.

(117)—J. A. Le Prince, C.E., A.M. and A.J. Orenstein, M.D. : Mosquito Control in Panama. The Eradication of Malaria and Yellow Fever in Cuba and Panama, 335 p., 100 fg., G. P. Putnam's Sons, New York and London, 1916.

(118)— J. A. Le Prince, C.E., A.M. : Control of Malaria. — Oiling as an antimosquito Measure.*Public Health Repts.*, Washington, XXX, No. 9, 26 Feb. 1915, pp. 599-608.

(119)—J. A. Le Prince and T. H. D. Griffitts : Flight of Mosquitoes. Studies on the Disantce of Flight of *Anopheles quadrimaculatus U. S. Public Health- Repts.*, Washington, XXXII, No. 18, 4 May 1917, pp. 656-659.

(120)—J. A. Le Pringe : Malaria. — Control-Drainage as an antimalarial Measure I. *U. S. Pub. Health. Serv.* Bull. No. 258, 11 p., 13 fig., Washington 1915.

(121)—A. B. Lischetti : Algunes observaciones sobre la Morfologia de los Huevos de Culex. *Physis.*, Buenos-Ayres, IV, No. 18, 31 Dec. 1919, pp. 588-591.

(122) — Un Verme del Genero *Planaria*, Enemigo natural de las Larvas del Mosquitos. *Physis.*, Buenos-Ayres, IV, No. 18, 31 Dec. 1919, pp. 591-595.

(123)—U. C. Loftin : Mosquitos found about Gainesville. Fla. Mosquitos and Diasease. Florida Buggist, Gainesville, III, No. 3, Dec. 1919, pp. 37-43 and 48-50.

(124)— Mosquitoes found about Gainesville. Fla. Part. II, Traps for Mosquitoes. *Florida Buggist*, Gainesville, III, No. 4, March.1920, pp. 53-59 and 67-71.

(125)—Dr. J. W. S. Macfie : Observations on the Bionomics of *Stegomyia fasciata. Bull. of Entom. Research*, London, Vol. VI, Pt.3, Dec., 1915, pp. 205-29, 2 tab.

(126)— Chlorine as a Larvicide. *Rept. Accra Laboratory for the Year* 1915, London, p. 71.

(127)— The Limitations of Kerosene as a Larvicide, with some Observations on the cutaneous Respiration of Mosquito Larvae.

Bull. of Entom. Research, London, Vol. VII, Pt. 3, Jan. 1917, pp. 277-95.

(128)— Fungal Infections of Mosquito Larvae. *Rept. Accra Labor.*, 1916, London, 1917.

(129)—J. W. S. Macfie and A. Ingram : New Culicine Larvae from the Gold Coast. *Bull. of Entom. Research*, London, Vol. VII, Pt. I, May 1916, p. 1.

(130)— The domestic Mosquitos of Accra. *Bull. Entom. Rest.*, London, VII, No. 2, Oct. 1916, pp. 161-177.

(131)—J. W. S. Macfie : The Identification of Insects collected at Accra during the year 1916 and other entomological Notes. *Rept. Accra Laboratory for the year 1916*, London 1917, p. 67.

(132)— Heat and *Stegomyia fasciata*. Short Exposures to raised Temperatures. *Ann. trop. Med. Parasit.*, Liverpool XIV, No. 1, 30 June 1920, pp. 73-82.

(133)—Dr. W. R. Macdonald : A short Note on the Use of larvicidal Fish in combating malaria Fever. *Proceed. Third All-India San. Conf.* Lucknow, Jan., 19-27, 1914, Suppl. to *Ind. Jl. Med. Research.*

(134)— Suggestions for the Institution of rural anti-Mosquito Measures in Antigua. *Jl. Med. and Hygiene*, London, XIX, 15 Nov. 1916, pp. 261-262.

(134*b*)— Mosquitoes. An unusual breeding Place. *Public Health Repts.*, Washington D. C., XXXI, No. 46, 17 Nov. 1916, p. 3159.

(135)—M. E. Mag Gregor : On the Occurrence of *Stegomyia fasciata* in a Hole in a Beech Tree in Epping Forest. *Bull. Ent. Res.*, London, X, Pt I, 1919, p. 91.

(136)— The possible Use of *Azolla filiculoides* as a Deterrent to Anopheline Breeding. Jl. R. A. M. C., London, XXXIV, No. 4, April 1920, pp. 370-372.

(137)—Sir P. Manson : Tropical Diseases, 4th edit., London 1908.

(138)—W. Marchand : First Account of a Thermotropism in *Anopheles punctipennis* with Bionomic Observations. Psyche, Boston, Mass, XXV, No. 6, Dec. 1918, pp. 130-135.

(139)—Marchoux et Simond : La fièvre jaune. *Bull. de l'Inst. Pasteur*, II, p. 1, 1904.

(140)—W. L. Mann and E. C. Ebert : Some suggested Improvements in Methods of Petrolization of Mosquito breeding Areas. *Military Surgeon*, Washington D. C., t. 43, No. 5, Nov. 1918, pp. 543-545.

(141)—Major J. L. Marjoribanks : Report on certain Features of Malaria in the Island of Salsette. *Proceed. Third. All-India San. Conf.*, Lucknow, Jan. 19-27, 1914, pp. 23-51, Suppl. to *Ind. Jl. Med. Research.*

(142)—E. Martini : Mitteilungen über Stechmucken. *Arch. f. Schiffs ù Trop. Hyg.*, Leipzig, XXIV, No. 6, Juni 1920, pp. 177-178.

(143)—J. F. Mayne and W. R. Jackson : Larvicides *Jl R.A.M.C.*, London, XXXIV, No. 2, Feb. 1920, pp. 112-120.

(144)—L. A. Merrilat : Fly Repellent *Amer. Jl. Vet. Med., Chicago*, XV, No. 7, July 1920.

(145)—C. W. Metz : *Anopheles crucians*. Habits of Larvae and Adults. *U. S. Public Health Repts.* Washington D. C., XXXIII, No. 49, 6 Dec. 1918, pp. 2156-2169.

(146)— Some Aspects of Malaria Control through Mosquito Eradication, *U. S. Public Health Repts*, Washington D. C., XXXIV, No. 5, 31 Janv. 1919, pp. 167-183.

(147)— Observations on the Food of *Anopheles Larvae*, *U. S. Pub. Health. Repts.*, Washington D. C., XXXIV, No. 32, 8 Aug. 1919, pp. 1783-1791.

(148)— On the Possibilities of using Mosquito Traps in Antimalaria Work. *U. S. Pub. Health Repts.*, Washington D. C., XXXV, No. 34, 20 Aug. 1920, pp. 1974-1977, 3 fig.

(149)—Mitchell : Mosquito Life, London, 1907.

(150)—W. Mollow : Ein Malariagesetz in Bulgarien. *Archi f. Schiffs ù Trop. Hyg.*, Leipzig, XXIV, No. 5, June 1920, pp. 129-132.

(151)—G. Moniz : Destruicao dos Mosquitos adultos pelos vapores de creolina. *Brazil Medico*, Rio de Janeiro, XXX, No. 6-7.

(152)—W. Moore : Toxicity of various Benzene Derivatives to Insects. *Jl. Agric. Res.*, Washington D. C., IX, No. 11, 11 June 1917, pp. 371-381.

(153)—L. Moreau : Prophylaxie du Paludisme dans l'Afrique orientale allemande. *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris, VI, No. 8, Oct., 1913, pp. 569-71.

(154)—N. Nezlobinsky : On the Question of the Destruction by Dragon Flies of Gnats and Mosquitos (en russe). *Friend of Nature*, Petrograd, No. 4, April, 1915.

(155)—Prof. R. Newstead, A. L. S., F. E. S.; J. E. Dutton, M. B. and J. L. Todd, B.A., M.D., C.M. : Insects and other Arthropoda collected in the Congo Free State. *Annals of Trop. Med. and Paras.* Liverpool. Vol. 1, Pt. I, pp. 1-112, 1907.

(156)—Dr. Nicholls : Mosquito Larvae and their natural Enemies. *Bull. of Entom. Research*, London, Vol. 1, Pt. 3, Oct., 1910, p. 213.

(157)—C. Nicolle : Le rôle des moustiques dans la transmission du paludisme suspecté en 1774. *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris, VIII, No. 5, 12 mai, 1915, pp. 279-80.

(158)—J. T. Nichols and L. Griscom : Fresh-water Fishes of the Congo Basin. obtained by the American Museum Congo Expedition, 1909-1915. *Bull. of the American Museum of Natural History* Vol XXXVII, Art. XXV, p. 653-756, New York, Nov. 1917.

(159)—A. J. Orenstein, M.D. : Zur Technik der Moskitosicheren Hauseireindrachtung. *Archiv. fur Schiffs und Tropen- Hygiene*, Leipzig, XVIII, No. 1, Jan., 1914, pp. 16-21.

(160)—W. O. Owen : Illuminated Trap for night flying Insects. *New-York Med. Jl.* CIX, No. 14, 5 April 1919, p. 590.

(161)—W. S. Patton, M.B., I.M.S., and F. W. Cragg, M.D., I.M.S. A Text Book of medical Entomology, 768 p., 89 pl. Christian Lit. Soc. for India. London, 1913, 21s.

(162)—A. Pickels: Nigeria (Northern Provinces). *Annaul medical and sanitary Report for the year ending* 31 Dec. 1917, Lagos, pp. 107-165.

(163)—L. Piras : Présence de *Stegomyia fasciata* dans le port de Gênes et ses environs. *Bull. Office intern. d'Hyg. publique* Paris, IX, No. 4. avril 1917, p. 485.

(164)— A. W. J. Pomeroy : The Prophylaxis of Malaria in Dar-es-Salam., East Africa *Jl. L. A. M. C.*, London, XXXV, No. 1, July 1920, pp. 44-68.

(165)—H. Priestley : The Value of various Chemicals as Mosquito Larvicides *Australian Inst. Trop. Med.* Townville, Queensland.

(166)—Lew. Radcliffe : Fishes destructive to the Eggs and Larvae of Mosquitoes. *Economic Circ.*, No. 17, *Bur. of Fisheries*, *Dept. of Commerce*, U.S.A., July 1, 1915, 19 p., 28 fig.

(167)—F. Regnault : La culture des lentilles d'eau dans la lutte contre le paludisme. *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris XII, No. 10, 10 déc. 1919, pp. 735-736.

(168)—S. G. Rich : Are the Odonate of economic Value. *S. African Jl. of Science* Capetown, XV, No. 8, July 1919, pp. 611-612.

(169)—E. R. Richardson : Malaria Prevention in Malacca. *Indian Med. Gaz.* Calcutta, 53, No. 7, Jluy 1918, pp. 270-274.

(170)—J. Rodhain : Observations médicales recueillies parmi les troupes coloniales belges pendant leur campagne en Afrique orientale en 1914-17. *Bull. Soc. Path. exot.*, Paris, XII, No. 3, 12 mars 1919, pp. 137-158.

(170b)—Sir Ronald Ross K.C.B., F.R.S., etc.: The Prevention of Malaria, Jh. Murray, London, E. P. Dutton & Co., New York.

(171)— Malarial Fever: How it is caused and how it may be prevented, 6 p. *South african anti-malarial Association*, *Johannesburg*. South Africa.

(172)—E. H. Ross : The Reduction of domestic Mosquitos. Jh. Murray. London. 5 sh.

(173)—F. F. Russeu : Summary and Discussion of the Work performed at the Board of Health Laboratory during the Calendar year 1916. *Proc. Med. Assoc. Ishmian Canal Zone* X, No. 1, Jan.-June 1917, pp. 7-25.

(174)—E. Roubaud : Disparition du pouvoir infectant chez l'Anopheles paludéen au cours de l'hibernation. *C. R. hebd. de l'Acad. des Sciences*, Paris, tome 166, No. 6, 11 février 1918, pp. 264-66.

(175)— Rythmes physiologiques et vol spontané chez l'*Anopheles maculipennis*. *C. R. hebdom. Acad. des Sciences*, Paris, tome 167, No. 24, 9 déc. 1918, pp. 967-69.

(176)— Antagonisme du bétail et de l'homme dans la nutrition sanguine de l'*Anopheles maculipennis*. Le rôle antipaludique du bétail domestique. *Bull. agric. Algérie-Tunisie-Maroc*. Algers, série 2, XXV, No. 11, nov. 1919, pp. 272-273.

(177)— Les conditions de nutrition des Anopheles en France *(Anopheles maculipennis)* et le rôle du bétail dans la prophylaxie du paludisme. *Ann. Inst. Pasteur*, Paris, XXXIV, No 4, avril 1920, pp. 181-228.

(178)— Emploi du Trioxyméthylène en poudre pour la destruction des larves d'*Anopheles*. Mode d'action du Trioxyméthylène en poudre sur la larve d'*Anopheles*. *C. R. hebdom. Acad. des Sciences*, Paris, tome 170, No. 25, 21 juin 1920, pp. 1521-1522 et tome 17, No. 1, 5 juill. 1920, pp. 51-52.

(179)—A. J. Salm : Over het vernietigen van muskieten en muskietenlarven. *Geneesk. Tydschr. v. Nederl. Indie*, Batavia, IV, No. 2, pp. 173-79.

(180)—Dr. Sambon : *Jl. Trop. Medic.*, 15 sept. 1902, p. 283.

(181)—Dr. J. Schwetz : Preliminary Notes on the Mosquitos of Kabinda (Lomani), (Belgian Congo). *Ann. of Trop. Med. and Paras.*, Liverpool, IX, No. 1, 18 March 1915, pp. 163-68.

(182)—A. Seale : The Mosquito Fish, *Gambusia affinis*, in the Philippine Islands. *Philippine Jl. of Science*, Manila, XII, Ser. D, No. 3, May, 1917.

(183)—H. Seidelin : An Apparatus for Fumigation with Cresyl. *Yellow Fever Bur. Bull.*, Liverpool, III, No. 3, 30 Sept. 1914, pp. 209-13, 1 fig.

(184)—S. K. Sen : Observations on Respiration of Culicidae. *Indian Jl. Med. Research*, Calcutta, II, No. 3, Jan. 1915, pp. 681-97.

(185)— A preliminary Note on the Role of Blood in Ovulation in Culicidae, *Jl. Med. Research*, Calcutta, IV, No. 4, April, 1917, pp. 729-753.

(186)— Beginnings in Insect Physiology and their Economic Significance, *Agr. Il. India*. Pusa, XIII, No. 4, Oct. 1918, pp. 620-627.

(187)— Edm. et Et. Sergent : Alternance des écoulements d'eau comme principe directeur des mesures antilarvaires. *La Malariologia*, Naples, sér. II, I, No. 1,29 fév., 1916, pp. 3-9, 4 fig.

(188)— Nouvelle méthode de destruction des moustiques par l'alternance de leurs gîtes. *C. R. Heb. Acad. des Sciences*, Paris, tome 165, No. 14, 1 oct. 1917, pp. 436-37.

(189)— La prophylaxie antipaludique d'une armée en campagne (armée d'Orient 1917). *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris, XI, No. 7, juillet 1918, pp. 641-648.

(190)—Capt. J. A. Sinton : A. Trematode Parasite of Anopheline Mosquitos. *Indian Jl. Med. Res. Calcutta*, V., No. 1, July, 1917, pp. 192-194.

(191)— The Anopheline Mosquitos of the Kohak District. *Indian Jl. Med. Res.* Calcutta, V, No. 1, July 1917, pp. 195-219.

(192)—S. A. Smith : The Development of *Anopheles punctipennis*, Say *Psyche* Boston, Mass. (U.S.A.), XXI, No. 1, Feb. 1914, pp. 1-19, 2 pl.

(193)—M. B. Soparkar : A Trematode Parasite of Anopheline Mosquitos. *Indian Jl. Med. Res.*, Calcutta, V, No. 3, Jan. 1918, pp. 512-515.

(194)—J. W. W. Stephens, M.D., D.P.H. : Methods for detecting Sporozoits and Zygotes in Mosquitoes infected with Malaria. *Bull. of Entom. Research*, London, Vol. II, Pt. 1, May 1911.

(195)—A. T. Stanton : The Mosquitos of Far Eastern Ports with special reference to the Prevalence of Stegomyia fasciata F., *Bull. Entom Res.*, London, X, No. 3, April 1920, pp. 333-344.

(196)—G. Storey : Key for the Determination of Egyptian Mosquitos and their Larvae. *Bull. Soc. Entom. Egypte*, Cairo,1918, No.4,Sept.-Dec. 1918-1919, pp. 84-106.

(197—C. Stricklano : A curious Adaptation of Habit to its Environment of a Malayan Mosquito. Separate from *Journ. Straits Branch. R. A. Soc.*, No. 75, 1917.

(198)—N. H. Swellengrebel and J. M. H. Swellengrebel-De Graaf: -Observations of the Larvae destroying Action of small Fish in the Malay Archipelago. *Jl. Trop. Med. and Hyg.*, London, XXIII, No. 7, 1 April 1920, pp. 77-79.

(199)—A. Takatsuki : An sesential Proberty of Petroleum for Mosquito Control. *Kyoto Igaku Zassi*, Kioto, XIV, No. 7, Nov. 1917.

(200)— Mosquito Control by Means of Petroleum. *Kyoto Igaku Zassi*, *Kioto*, XIV, No. 7, Nov. 1917.

(201)—F. H. Taylor : Report for January to June 1916. *Half yearly Rept. Australian Inst. trop. Med.* Townsville, Queensland, 1917, pp. 6-8.

(202)—E. Teichmann : Eein neues Mittel zur Bekampfung der Stechmücken. *Munchener Med. Wochenschr.*, Munich, t. 64, No. 32, 7 August 1917, p. 1041-1042.

(203)—V. Theobald : A. Monograph of the Culicidae or Mosquitoes, in several volumes. *Trustees of the British Museum (Natural History).*

(204)—J. K. Thibault : Vegetable Powder as a Larvicide in the Fight against Mosquitoes. *Jl. Amer Med. Assoc.*, Chicago, Ill. LXX, No. 17, 27 April 1918, pp. 1215-1216.

(205)—R. H. von Ezdorf : Prevention of Malaria—Suggestions on how to Screen the Home to keep out effectively the Mosquitoes which spread the Disease. *Public Health Repts.*, Washington, D.C., XXIX, No. 9, 27 Feb. 1914, pp. 503-08.

(206)— Prevention of Malaria. Suggestions on how to Screen the Home to keep out effectively the Mosquitoes which spread the Disease. *U. S. Pub. Health Serv.* Bull. No. 170, 8 p. 2 fig., Washington, 1916.

(207)—E. L. Walker and M. A. Barber : Malaria in the Philippine Islands —I—Experiments on the Transmission of Malaria with *Anopheles* sp., *Philippine Jl. of Science*, Manila, Ser. B, IX, No. 5, Sep. 1914, pp. 381-439, 13 tab.

(208)—J. Waterston : On the Mosquitos of Macedonia. *Bull. Entom. Res.* London, IX, part. 1, May 1918, pp. 1-12, 15 fig.

(209)—Malcolm Watson, M. D., C. M., D. P. H. : Rural Sanitation in the Tropics, being Notes and Observations in the Malay Archipelago, Panama and other Lands 320 p., ill., John Murray, London 1915.

(210)—H. Werner : Beobachtung über Anophelen vorkomen in der Nähe menchlicher Fäkalien. *Arch. f. Schiffs u Tropen Hyg.*, Leipzig, XX, No. 19, Oct. 1916, pp. 444-45.

(211)—M. J. White: Oiling by Capillarity and by oilsoaked Sawdust in Mosquito Control Work., *Military Surgeon.*, Washington D. C., t. 44, No. 1, Jan. 1919, pp. 103-109.

(212)—H. C. Wilson : A. Note on the Treatment of Swamps, Stream-Beds, Ponds, Wells and Pools, with a View to the Destruction of Mosquito Larvae. *Indian Jl. Med. Research*, I, No. 4, April 1914, p. 691.

(213)—Major R. E. Wright : The Distance Mosquitos can fly. *Jl. Bombay Nat. Hist. Soc.*, Bombay, XXV, No. 3, 15 Jan. 1918 pp. 511-512.

(214)—J. Zetek : Behaviour of *Anopheles albimanus*, Wied, and *tarsimaculatus*, Goeldi. *Ann. Entomol. Soc. America*, Columbus Ohio, VIII, No. 3, Sept. 1915, pp. 221-70.

(215)— Reducing Malaria by reducing the Number of Anopheles within Buildings. *Ann. Entom. Soc. America*, Columbus, Ohio, IX, No. 3, Sept. 1916, pp. 275-283.

(216)— Como evilar la Cria de Larvas de Mosquitos en Cangilones, Floreros, etc., *Revista La Salle* Panama, Nov. 1919, pp. 45-47.

(217)— Anopheles Breeding among Water Lettuce, A. New Habitat. *Bull. Entom. Res.*, London, XI, No. 1, August. 1920, pp. 73-75.

(218)—Anonymes : The Vizor. Anti-Mosquitos and Fly-proof Headgear (Prf. Simpson J.). *Trans. Soc. Trop. Med. Hyg.*, London, X, No. 7, June 1917, p. 140.

(219)— Travaux et résultats de la Mission antipaludique à l'armée d'Orient. *Bull. Soc. Path. exotique*, Paris, XI, No. 6, 12 juin 1918, pp. 456-469, 1 carte.

(220)— Italie — Instructions en date du 21 février 1918 du ministre de la marine, pour intensifier la prophylaxie antimalarique sur le front de mer. *Bull. Office intern. Hyg. publique*, Paris, X, No. 4, avril 1918, pp. 372-377.

(221)— Les poissons d'ornement et mangeurs de moustiques dans les aquariums et les pièces d'eau. *Rev. hort. de l'Algérie*, Alger, XXIV, No. 1, 2 janv.-fév. 1920, pp. 32-34.

(222)— How to form and carry on local Anti-malarial Associations. *South African anti-malarial Association*, Pub. No. 7, P. O., Box. 2879, Johannesburg (South Africa).

II — Ouvrages Généraux.

Dans la liste ci-après, nous donnons quelques-uns des principaux ouvrages, que le lecteur pourra utilement consulter, s'il désire des renseignements plus complets sur la biologie des moustiques ou sur certains moyens de lutte contre ces insectes.

A. Balfour : *War against tropical Disease*, 220 p., 180 fig., 2 graphs in Wallet, Wellcome Bureau of Scientific Research and Baillière, Tindall and Cox. London, 1920, 12sh. 6d.

R. Blanchard : *L'Insecte et l'Infection*, Paris, 1909.

Sir Rub. W. Boyce M.B. F.R.S. : *Mosquito or Man. The Conquest of the tropical World*, 267 pp., third edit., J. Murray, London, 1909, 10s. 6d.

Yellow-Fever and its Prevention; a Manual for medical Students and Practitioners, J. Murray, London, 10s. 6d.

Health Progress and Administration in the West Indies sec. edit., J. Murray, London, 10s. 6d.

M. Braun : *Die tierischen Parasiten des Menschen*, 4me édit., Wurzbourg, 1908.

E. Brumpt : *Précis de Parasitologie* 1,012 pp., Masson et Cie, Paris, 1913.

Castellani and Chalmers : *Manual of tropical Medicine*, sec. édit., 1913.

C.A. Ealand : *Insects and Man.—An Account of the more important harmful and beneficial Insects* 344 p., Richards, London, 1915, 12 *s*.

H. B. Fantham, M. A., D. Sc., J. W. W. Stephens, M. D., D. P. H., F. V. Theodald, F.E.S., Hon. F.R.H.S. : *Animals parasites of Man*, Jh Bale, Sons & Danielsson Ltd., London, 1916.

J. C. H. Fisher : *Maatregelen tegen Malaria*. Koloniaal Instituut te Amsterdam, Meded, No. 10, XII. 176 bl., 18 abb., 14 pl., J. H. de Bussy, Amsterdam, 1917, Fl. 2.

L. Gedoelst : *Synopsis de Parasitologie*. Bruxelles, 1912.

Lt.-Col. Giles : *A. Handbook of the Gnats or Mosquitoes* Walkins and Donkaster, London, 25s.

Dr Karl Grunberg : *Die Blutsaugenden Dipteren*, 188s., 127 abb., G. Fisher, Jena, 1907.

J. Guiart : *Précis de Parasitologie*, Paris, 1910.

W. B. Herms : *Medical and veterinary Entomology*, 394 pp., 228 fig., The Macmillan Cy, New York, 1915.

A Laboratory Guide to the Study of Parasitology, Pt. 1, *Medical Entomology;* Pt. 2, *Helminthology;* Pt. 3, *Life History Studies on Living Parasites*, 72 pp., The Macmillan Cy, New York.

Malaria : Cause and Control, The Macmillan Cy, New York.

Edw. Hindle : *Flies in Relation to Disease — Blood-sucking Flies*, 398 pp., Univ. Press, Cambridge, 1914.

Dr. L. O. Howard, Harrison, G. Dyar and F. Knab : *The Mosquitoes of North and central America and the West Indies*, 3 vol., New York.

Lt.-Col. S. P. James : *Malaria at Home and Abroad.*, 234 p., 104 fig., John Bale, Sons and Danielsson, Ltd, London, 1920, 25 sh.

E. Jenselme et E. Rist : *Précis de Pathologie exotique* Masson & Cie, Paris, 1909.

W. D. Lang : *A. Handbook of British Mosquitoes*, British Museum Nat. Hist., VIII, 125 pp., 132 fig., London 1920.

A. Le Dantec : *Précis de Pathologie exotique*, 2me édit., Paris, 1909.

M. Lefroy : *Measures for Avoidance and Extermination of Flies, Mosquitoes, Lice and other Vermins*, Thacker, London, 1916.

J. A. Le Prince, C. E., A. M., and A. J. Orenstein, M. D. : *Mosquito Control in Panama. The Eradication of Malaria and Yellow Fever in Cuba and Panama*, G. P. Putnam's Sons, New York and London, 1916.

Sir P. Masson : *Tropical Diseases*, 5th edit., 962 p., Cassell, London 1908.
C. Mense : *Handbuch der Tropenkrankheiten*, 2e edit., Vol. V, 1st Half., Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1917, 32 Mk.
W. A. Muirhead : *Practical tropical Sanitation.* — *A Manual for sanitary Inspectors and others interested in the Prevention of Disease in tropical and subtropical Countries*, Jh. Murray, London, W., 10 s. 6d.
L. G. Neumann : *Traité des Maladies parasitaires non microbiennes des animaux domestiques*, 2me édit., Paris, 1892.
M. Neveu-Lemaire : *Précis de Parasitologie humaine*, 4me édit., Paris, 1908.
W. S. Patton, M.B., I.M.S., and F.W. Cragg, M.D. I.M.S. : *A Text Book of medical Entomology*, 768 p., 89 pl., Christian Liter. Soc. for India, London, 1913, £ 1 1s.
Ed. Perrier : *Traité de Zoologie*, Paris.
E. Perroncito : *I Parassiti dell'uomo e degli animali utili e le più comuni malattie da essi prodotti*, 2me édit., Milano, 1902.
A. Railliet : *Traité de Zoologie médicale et agricole*, 2me édit., Paris, 1895.
A. Riley and O. A. Johannsen : *Handbook of medical Entomology*, 348 pp., 174 fig., The Comstock Publishing Co., Ithaca, U.S.A., 2d.
Sir Ronald Ross, K.C.B., F.R.S., etc. : *The Prevention of Malaria*, J. Murray, London, 21s.
W. Schuffner en N. H. Swellengrebel : *Handleiding voor het Epidemiologisch Malaria Oonderzoek.* Hoofbureau van den Burgerlyken Geneeskundigen Dienst, Weltevreden, 1918. 67, bl.27 pl.,9 cart.
Dr. Ed. Sergent : *Les Insectes piqueurs et suceurs de sang*, 310 pp., 229 fig., Oct. Doin & Fils, Paris.
J. W. W. Stephens, M.D., D.P.H. and S.R. Christophers, M.B., I.M.S. *The practical Study of Malaria and other Blood Parasites*, Third edit., Liverpool University Press. 12 s. 6d.
Fred. V. Theobald : *Monograph of the Culicidae or Mosquitoes* in several volumes. Published by the Trustees of the British Museum (Natural History), £ 1 1s. to £ 1 12 s. 6 d. per volume.
P. Verdun : *Précis de Parasitologie humaine*, 2e édit., Paris, 1912.
Dr Visbecq, chef de la mission antipaludique de l'armée d'Orient : *La lutte antipaludique en Macédoine. Conseils Pratiques*, 56 p., 30 fig., Cahiers d'Orient (ancienne Revue franco-macédonienne), No. 3, septembre 1918, Salonique.
M. Watson, M.D., C.M., D.P.H. : *Rural Sanitation in the Tropics, being Notes and Observations in the Malay Archipelago, Panama and other Lands*, 320 pp., J. Murray, London, 1915.
Prevention of Malaria in the Federated Malay States. Johnston tropical Laboratory, University of Liverpool. 7 s. 6 d.
* * * : *Handbook of Instructions for Collectors*, 144 pp., published by the Trustees of the British Museum (Natural History), London.
Guide médical abrégé, à l'usage du voyageur au Congo, 48 p., Ministère des Colonies de Belgique, Londres, 1916

III. — Mémoires concernant les Moustiques et les maladies qu'ils transmettent, publiés par l'Ecole de Medecine tropicale de Liverpool.

1.—*Malarial Fever: its Cause Prevention and Treatment* (1903). By Ronald Ross, C.B., F.R.S., F.R.C.S. 2 s. 6 d.
2.—*Report of the Malaria Expedition to Sierra-Leone* (1899). By Ronald Ross, D.P.H., M.R. C.S.; H.E. Annett, M.B., D.P.H., and E.E. Austen. 21 s.
3 et 4.—*Report of the Malaria Expedition to Nigeria* (1900). By H. E. Annett, M. D., D.P.H.; the late J. E. Dutton, M.B., Ch.B., and J.H. Elliott, M.D.— *Part I: Malarial Fever etc.* 10 s. 6 d.— *Part II, Filariasis.*

5 et 6.—Part I : *First Progress Report on the Campaign against Mosquitoes in Sierra-Leone* (1901). By Major R. Ross, F.R.C.S., D.P.H., F.R.S.—Part II : *Second progress Report on the Campaign against Mosquitoes in Sierra-Leone.* By M. Logan Taylor, M. B.

7.—*Report of the Yellow Fever Expedition to Para* (1900). By H. E. Durham, M.B., F.R.C.S., and the late Walter Myers, M. B. 7 s. 6 d.

8.—*Report on the Sanitary Condition of Cape Coast Town* (1902). By M. Logan Taylor, M. B., Ch. B. 1 s.

9.—*Report on Malaria at Ismailia and Suez* (1903). By Ronald Ross, F.R.C.S., D.P.H., F.R.S., C.B. 1 s.

10.—*Report of the Malaria Expedition to the Gambia (1902).* By the late J.E., Dutton, M.B., Ch. B. 15-s.

11.—*The Anti-Malaria Measures at Ismailia* (1904). By Rubert Boyce, M.B., F.R.S. 1 s.

12.—*Report on the Sanitation and anti-malarial Measures in Practice in Bathurst, Conakry and Freetown* (1905-. By Rubert Boyce, M.B., F.R.S., Arthur Evans, M. R., C.S., and H. Herbert Clarke, M.A., B.C., 5 s.

13.—*General Sanitation and anti-malarial Measures in Sekondi, the Goldfields and Kumessi, and a Comparison between the Conditions of European Residence in India.* By Lieut.-Colonel Giles 7 s. 6 d.

14.—*Yellow Fever Prophylaxis in New Orleans in* 1905. By Rubert Boyce, M.B., F.R.S. 5 s.

15.—I.—*La Prophylaxie de la Malaria dans les principaux postes de l'Etat Indépendant du Congo.* By the late J. Everett Dutton, M.B., and John L. Todd, B.A., M.D.

IV. — Périodiques.

Dans la liste ci-après, nous donnons les principales publications périodiques, dans lesquelles paraissent couramment des études sur les moustiques et les maladies qu'ils transmettent.

FRANCE.

Annales de l'Institut Pasteur, fondées par E. Duclaux, Masson et Cie, Paris. Paraissant depuis 1887.

Bulletin de l'Institut Pasteur, fondé en 1903, Institut Pasteur, Paris.

Archives de Parasitologie publiése par le Prof. R. Blanchard, depuis 1898, Paris.

Bulletin de la Société de Pathologie exotique, fondé en 1908, Institut Pasteur, Paris.

Comptes rendus de la Société de Biologie de Paris, Masson et Cie, Paris.

ANGLETERRE ET COLONIES.

Annals of Tropical Medicine and Parasitology (from 1907), Liverpool School of Tropical Medicine.

Parasitology, edited by G. H. F. Nuttall, F.R.S. and A. E. Shipley, F.R.S., Cambridge University Press, Cambridge.

The Journal of the London School of tropical Medicine, published from 1912, by the London School of tropical Medicine.

The Journal of tropical Medicine and Hygiene, published from 1898, London.

Bulletin of the Yellow Fever Bureau, Liverpool.

Tropical Diseases Bulletin, published from 1912, by the Tropical Diseases Bureau, Imperial Institute, London S. W. (bi-mensuel).
Bulletin of Entomological Research, published from 1910 by the Imperial Bureau of Entomology, British Museum (Natural History), Cromwell Road, London, S. W. (trimestriel).
The Review of applied Entomology, Series B, *Medical and Veterinary*, published from 1912, by the Imperial Bureau of Entomology, 89, Queen's Gate, London, S. W. 7.
Indian Journal of Medical Research, Calcutta, India.
Reports of the Wellcome tropical Research Laboratories at the Gordon Memorial College, Khartoum, Vol. A, *Medical* (Anglo-Egyptian Sudan), Baillière, Tindall & Cox, London.
Publications of the South african anti-malarial Association, Johannesburg, South Africa.

ETATS-UNIS.

Journal of infectious Diseases, Chicago, U.S.A.
Military Surgeon, Washington, U.S.A.
American Journal of tropical Diseases and preventive Medicine, New Orleans, U.S.A.
New Orleans Medical and Surgery Journal, New Orleans, U.S.A.
Public Health Reports, issued by the Public Health Service, Washington, U.S.A. (hebdomadaire).
The Journal of Economic Entomology, Editor, Dr. E. P. Felt, State Entomologist of New York.
Bulletins and Circulars of the Entomological Bureau, U. S. Depart. of Agriculture, Washington, U.S.A.
The Panama Canal Record, Balboa Heights, Canal Zone, Isthmus of Panama (hebdomadaire).
Philippine Journal of Science, Manila, Philippines.

ALLEMAGNE.

Archiv. fur Schiffs und Tropenhygiene, fondées en 1900, Leipzig (mensuel).
Centralblatt fur Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektions Krankheiten, fondé en 1887, Iéna.

AUTRES PAYS.

Geneeskundig Tydschrift voor Nederlandsche Indië, Batavia, Ned. Indië.
Medeleelingen Burgerlijk Geneestkundigen Dienst Nederlandsch-Indië. Batavia en Weltevreden (Java) Ned. Indië.
La Malariologia, Napoli, Italia.
Malaria e Malattie dei Paesi Caldi, Roma, Italia.
Brazil-Medico Rio de Janeiro, Brazil.
Memorio Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brazil.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00234745 8
nhent QL536.H46 1921
Les moustiques;